

NGU Rapport 96.076

Geofysiske målinger Kjøkkenbukta  
Bleikvassli Gruber, Hemnes, Nordland

Rapport nr.: 96.076		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Geoisiske målinger på Kjøkkenbukta, Bleikvassli Gruber, Hemnes, Nordland			
Forfatter: Harald Elvebakk, Einar Dalsegg		Oppdragsgiver: NGU v/ Nordlandsprogrammet	
Fylke: Nordland		Kommune: Hemnes	
Kartblad (M=1:250.000) Mosjøen		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1926 I Røssvatn	
Forekomstens navn og koordinater: Kjøkkenbukta 33W 4495 73130		Sidetall: 64 Kartbilag: 4	Pris: kr 195.-
Feltarbeid utført: 22.04 - 04.05.1996	Rapportdato: 21.06.1996	Prosjektnr.: 2543.29	Ansvarlig: <i>Jan S. Kowij</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Det er gjort TFEM-målinger på Kjøkkenbukta like nord for Bleikvassli Gruber. Hensikten var å kartlegge en eventuell fortsettelse av Kjøkkenbuktmalmene (linse A og B) østover og utover bukta. Det ble benyttet et måleopplegg hvor energiseringskabelen var fjernet fra måleområdet for om mulig å redusere effekten av kjente, grunne grafittsoner.</p> <p>Resultatene viste at måleopplegget fungerte godt, og grunne, kjente grafittsoner påvirket ikke målingene. Målingene indikerte en dyp leder med en utstrekning på minst 600 m med et tolket dyp på 100 - 150 m. Lederen har varierende ledningsevne, og bare en del av sonen har ledningsevne tilsvarende malmsonene det ble jordet i. Dette kan tyde på at malmsonen (linse A og B) ikke går vesentlig lenger østover, noe oppfølgende boringer har bekreftet. Målingene indikerte også forbindelsen vestover til Nordmalmen og en mulig fortsettelse av linse A vestover. Det anbefales boring på disse sonene og på dyplederen ute på Kjøkkenbukta.</p>			
Emneord:	Elektromagnetisk måling		
Geofysikk			
Sulfid	Fagrapport		

## INNHold

1. INNLEDNING .....	4
2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE .....	5
3. RESULTATER OG TOLKNING .....	6
3.1 Jording i linse B.....	7
3.2 Jording i linse A, nisje 10/7 .....	10
3.3 Jording i Nordmalmen, nisje 8.....	13
3.4 Beregning av tidskonstanter .....	16
3.5 Diskusjon og anbefalinger.....	19
4. KONKLUSJON .....	20
5. REFERANSER.....	21

## TABELLER

Tabell 1: Gradering av TFEM-anomalier .....	7
Tabell 2: Indikerte ledere i tidsdomenet, Kjøkkenbukta, linse B .....	8
Tabell 3: Indikerte ledere ved primærfeltmålinger, Kjøkkenbukta, linse B .....	9
Tabell 4: Indikerte ledere, 25 Hz frekvensdomenet, Kjøkkenbukta, linse B .....	9
Tabell 5: Indikerte ledere i tidsdomenet, Kjøkkenbukta, linse A .....	11
Tabell 6: Indikerte ledere ved primærfeltmålinger, Kjøkkenbukta, linse A .....	11
Tabell 7: Indikerte ledere, 25 Hz frekvensdomenet, Kjøkkenbukta, linse A .....	12
Tabell 8: Indikerte ledere i tidsdomenet, Kjøkkenbukta, Nordmalmen, nisje 8 .....	13
Tabell 9: Indikerte ledere, Primærfeltmålinger Kjøkkenbukta, Nordmalmen, nisje 8 .....	14
Tabell 10: Indikerte ledere, 25 Hz frekvensdomenet, Kjøkkenbukta, Nordmalmen nisje 8 ...	14
Tabell 11: Beregnede tidskonstanter, Kjøkkenbukta, linse B .....	17
Tabell 12: Beregnede tidskonstanter, Kjøkkenbukta, linse A .....	17
Tabell 13: Beregnede tidskonstanter, Kjøkkenbukta, Nordmalmen, nisje 8.....	18

## TEKSTBILAG

Tekstbilag 1: TFEM, metode og instrumentbeskrivelse

## DATABILAG

- Databilag 1: Figur 1.1 - 1.18 TFEM profilplott av tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet, jording linse B.  
Figur 1.19 Kotekart av horisontalkomponent, jording linse B  
Figur 1.20 - 1.22 TFEM profilplott, alternativ tolkning profil 900-1050Y
- Databilag 2 Figur 2.1 - 2.14 TFEM profilplott av tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet, jording linse A.
- Databilag 3 Figur 3.1 - 3.24 TFEM profilplott av tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet, jording Nordmalmen nisje 8.  
Figur 3.25 Kotekart av horisontalkomponent, jording Nordmalmen nisje 8.  
Figur 3.26 Geologisk snitt gjennom bh 3/77, 5/77 og 6/77 med angitt geofysisk dypindikasjon.

## KARTBILAG

- 96.076-01 Oversiktskart  
-02 TFEM tolkningskart, jording linse B  
-03 TFEM tolkningskart, jording linse A, nisje 10/7  
-04 TFEM tolkningskart, jording Nordmalmen, nisje 8



## 1. INNLEDNING

Som et ledd i Bleikvassliprosjektet er det gjort geofysiske målinger, TFEM, over Kjøkkenbukta like nord for Bleikvassli Gruber. Hensikten med målingene var å se om Kjøkkenbuktmalmene, linse A og B, kunne følges utover bukta. Tidligere Turam målinger utført av NGU (Lauritsen 1985) indikerte flere grunne, meget gode ledere i det aktuelle området. Disse lederne kunne knyttes til kjente grafittsoner på land, og ble ansett til å være en fortsettelse av disse. Etter som grafittsonene ville forstyrre og skjerme for eventuelle dype ledere, ble TFEM-målingene utført med et helt nytt måleopplegg i EM-sammenheng.

Det er tidligere utført diamantboringer fra isen (loddhull) på Kjøkkenbukta uten at det er funnet mineralisering av betydning. En beskrivelse av geologi og strukturer av Hovedmalmen, Nordmalmen og Kjøkkenbuktmalmen er gjort av geolog I. Rui (Rui 1982 og 1991). Det er også gjort CP og SP over Nordmalmen og et stykke utover Kjøkkenbukta (Logn 1983).

Målingene ble utført på isen over Kjøkkenbukta i tiden 22.04.96 - 04.05.96 av Harald Elvebakk. Bleikvassli Gruber sørget for feltassistent med snøscooter. Målingene ble meget effektivt utført på isen, mens snøforholdene på land var noe dårlige. Målingene forløp uten noen form for tekniske problemer. Kartbilag -01 viser et oversiktskart med måleområde og kabelutlegg inntegnet.

## 2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

Ved undersøkelsen ble NGUs egenproduserte TFEM-utrustning benyttet. TFEM-målinger gjøres både i tids- og frekvensdomenet. En metode- og instrumentsbeskrivelse er vedlagt i tekstbilag 1.

TFEM-målingene ble utført med konduktiv energisering med jording, C1, direkte i tre forskjellige malmsoner i gruva. Pga. flere dagnære grafittsoner i måleområdet som ville forstyrre og skjerme for eventuelle dype ledere, ble det forsøkt et nytt måleopplegg. I stedet for å legge kabelen langs strøket med fjernelektrode foran måleområdet (som er det vanlige), ble kabelen lagt ut i motsatt retning og fjernelektroden, C2, plassert flere km bak jordingspunktene i gruva. Et slikt kabelutlegg er nytt i EM sammenheng, men er det samme som benyttes ved CP-målinger. Tanken bak dette opplegget var at ved å fjerne kabelen fra måleområdet ville en ikke få indusert strømmer i de grunne, godt ledende grafittsonene da primærfeltet var fjernet. De konduktive strømmene ville derimot følge den ledende sonen det var jordet i dersom denne fortsatte inn i måleområdet. Ved CP måles det elektriske potensialet på overflaten fra disse strømmene, mens ved EM ville en måle magnetfeltet fra de

samme strømmene. Overført til TFEM-målingene var det forventet at V0 og H0 av primærfeltet samt 25 Hz-kanalen, V8, ville gi best resultat da disse kanalene måles i frekvensdomenet i strømtiden (se instrumentsbeskrivelsen). En ville da måle V- og H-feltkurven direkte uten at data i praksis ville ha behov for normalisering.

Det ble, som nevnt foran, jordet i tre malmsoner i gruva. Kjøkkenbuktmalmen består av linse A og B, og det ble jordet i begge disse (hver for seg) på nivå 290 nisje 10. I tillegg ble det jordet i massiv malm i Nordmalmen i nisje 8. Dette ble gjort for å unngå at de sørligste profilene på land krysset kabelen i gruva, og for å kartlegge forbindelsen fra Nordmalmen til Kjøkkenbuktmalmen. Fjernelektroden var felles for alle jordinger i Bleikvasselva ca 4 km fra gruveområdet. De målte profilene for hvert måleanlegg er tegnet inn på tolkningskartene -02, -03 og -04. Profilavstand var 100 m med mellomprofil der en anså dette nødvendig. Målepunktavstand var 25 m. På de lengste profilene ute på bukta var avstanden 50 m. Strømstyrken var 1.5 A i linse A og B og 1.6 A i Nordmalmen.

### **3. RESULTATER OG TOLKNING**

I det følgende blir resultater fra målingene i tidsdomenet, frekvensdomenet 25 Hz og primærfeltkanalene kommentert. Kvalitetsvurdering av TFEM-anomalier er kort beskrevet i metodebeskrivelsen i tekstbilag 1. Ut fra erfaring fra målinger over kjente forekomster blir vanligvis en bestemt graderingsskala benyttet til å angi styrken på TFEM-anomalier. I tidsdomenet er signalstyrken på kanal H2 benyttet, mens den prosentvise svekningen av det normaliserte vertikalfeltet er benyttet til å angi styrken av 25 Hz- og primærfeltmålingene. Av de tre prinsipielt forskjellige målingene er primærfeltkanalene mest følsom, mens 25 Hz er minst følsom og gir anomalier på soner med relativt god ledningsevne. Dybderekkevidden er best for sene tidskanaler og 25 Hz frekvensdomenet.

Med det spesielle måleopplegget som ble benyttet på Kjøkkenbukta er ikke data fra primærfelt- og 25 Hz-målingene normalisert og graderingen av anomaliene kan ikke gjøres ut fra svekningen av det normaliserte feltet. Graderingen er derfor gjort ut fra hvor sterkt det målte signalet er i forhold til signalet på det profil hvor anomalien er sterkest, dvs. profilet nærmest jordingspunktet i malmen. Graderingene er gjort ut fra kriteriene i tabell 1. En har ingen erfaring i gradering og dens betydning for anomalier med det spesielle måleopplegget som her er benyttet, og det er derfor vanskelig å sammenligne de observerte anomaliene med erfaringsdata fra tidligere målinger. Anomaliene er likevel gradert for å gi en vurdering av ledningsevnen i lederne. Jo sterkere anomalien er jo mere strøm går det i lederen og jo bedre er ledningsevnen.

**Tabell 1. Gradering av TFEM-anomalier**

Primærfelt	Tidsdomenet	25 Hz	Gradering
75 - 100 %	> 50 $\mu\text{V/A}$	75 - 100 %	Meget sterk
50 - 75 %	25 - 50 $\mu\text{V/A}$	50 - 75 %	Sterk
25 - 50 %	10 - 25 $\mu\text{V/A}$	25 - 50 %	Svak
< 25 %	< 10 $\mu\text{V/A}$	< 25 %	Meget svak

I tidsdomenet kan en i tillegg til anomalistyrken også vurdere ledningsevnen til lederen. Ledningsevnen kan vurderes ut fra hvor mange kanaler anomalien observeres på.

Meget god ledningsevne: Anomali på kanal 1 - 7  
 God ledningsevne: Anomali på kanal 1 - 5  
 Dårlig ledningsevne: Anomali på kanal 1 - 3  
 Meget dårlig ledningsevne: Anomali på kanal 1

### 3.1 Jording i linse B

Jordingspunktet i linse B var i nisje 10, nivå 290, i enden av orta som var drevet langs malmen. Kjøkkenbukta var nedtappet til ca nivå 390. Her var mektigheten på malmen liten (< 1 m). Resultatet fra målingene er vist i databilag 1, figur 1.1 - 1.18, som viser profilplott av tidsdomenemålinger, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet. Tolkningskartet, kartbilag - 02, viser indikerte ledere (strømkonsentrasjoner) og hvilke profiler som er målt med denne jordingen. Tabell 2, 3 og 4 viser alle indikerte ledere hhv. for tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet. Det ble med denne jordingen målt fra profil 800Y - 1500Y med 100 m profilavstand. I tillegg ble profil 1050Y målt.

Resultatene viser tydelig en sterk strømkonsentrasjon (konduktiv strøm) som går fra profil 800Y og utover Kjøkkenbukta til profil 1500Y. Både primærfelt- og 25 Hz-målingene indikerer denne strømkonsentrasjonen ved 1387.5X - 1450X (se tabell 2 - 4 for detaljer). Anomalien indikeres tydeligst av primærfeltmålingene og er sterkest på profil 800Y og 900Y. På disse profilene er dypet anslått til 60 - 80 m. Anomalistyrken avtar gradvis fra profil 1000Y, og dypet er noe større, 100 - 125 m. I tillegg til at dypet øker fra profil 1000Y, dreier lederen noe nordover. Det er sannsynlig at det skjer noe geologisk mellom profil 900Y og 1000Y (forkastning, folding, brudd i leder). Noe som må bemerkes er at mens det ble jordet i linse B ved koordinat 1325X, kommer indikasjonen ved 1375X - 1400X på profil 800Y -1000Y. Det ser altså ikke ut som om linse B fortsetter utover bukta. I allfall er forbindelsen bedre til linse A eller en annen leder i nærheten av denne.

**Tabell 2. Indikerte ledere i tidsdomenet, Kjøkkenbukta, linse B**

Profil Y	Koordinat X	Signal H2 [ $\mu$ V/A]	Kanaler	Anomali- styrke	Lednings- evne	Dyp [m]
800	1287	5.2	1 - 3	meget svak	dårlig	35-40
800	1425	5.6	1 - 7	meget svak	meget god	25
800	1662	10.8	1 - 3	svak	dårlig	0-12
900	1175	11.9	2 - 7	svak	meget god	50
900	1387	22.6	1 - 7	svak	meget god	35-40
1000	1150	7.8	1 - 5	meget svak	god	50
1000	1425	5.1	1 - 7	meget svak	meget god	25
1000	1662	11.9	1 - 3	svak	dårlig	0-25
1050	1250	8.3	2 - 7	meget svak	meget god	25
1050	1450	7.0	1 - 5	meget svak	god	25
1100	1150	9.1	1 - 4	meget svak	god	50
1100	1250	2.5	2 - 6	meget svak	meget god	50
1100	1400	8.0	1 - 3	meget svak	dårlig	50-75
1100	1700	12.2	1 - 3	svak	dårlig	0-25
1200	1150	13.4	1 - 4	svak	god	50
1200	1425	9.0	1 - 4	meget svak	god	75
1300	1175	5.5	2 - 4	meget svak	god	25-50
1300	1425	8.2	1 - 4	meget svak	god	25-50
1400	1200	3.3	2 - 6	meget svak	meget god	50-75
1400	1425	6.1	1 - 4	meget svak	god	50-75
1500	1200	2.3	2 - 7	meget svak	meget god	50
1500	1450	5.7	1 - 4	meget svak	god	50

På noen profiler kan det være vanskelig å tolke dyp og beliggenhet pga. dobbelanomalier. På profil 1050Y, figur 1.8, er V0 tolket som en dobbelanomali. Kurven fra en grunn leder ved 1450X overlager en dypere leder som indikeres ved 1412.5X. En slik tolkning er gjort på flere profiler, også med de to andre jordingspunktene. Vertikalkomponenten av 25 Hz-målingene er også usikker på noen profiler da kurven kan være noe ujevn. Dette kan være støy eller flere grunne ledere. Prøver en å glatte kurven ser en tydelig et fall som indikerer en dyp strømkonsentrasjon som f.eks. på profil 1050Y, figur 1.8, hvor en leder indikeres ved 1425X på 125 m dyp.

Forøvrig indikeres ingen ledere av betydning med denne jordingen. De meget sterke Turamindikasjonene (grafittsonene) indikeres ikke av primærfelt- eller 25 Hz-målingene. Det ser ut som om en i hovedsak får kartlagt den galvanisk tilførte strømmen i jordingspunktet og den veg den følger.

**Tabell 3. Indikerte ledere ved primærfeltmålinger, Kjøkkenbukta, linse B**

Profil Y	Koordinat X	% av maks. feltstyrke	Styrke	Dyp [m]
800	1387	76	meget sterk	70-80
800	1725	2	meget svak	0-25
900	1287	24	meget svak	25
900	1387	100	meget sterk	60-70
900	1825	2	meget svak	0-25
1000	1400	53	sterk	100
1050	1412	44	svak	100-125
1050	1450	?	?	25-50
1100	1450	30	svak	125-150
1200	1450	14	meget svak	125-150
1300	1450	9	meget svak	100
1300	1525	13	meget svak	0-25
1400	1450	7	meget svak	125-150
1500	1450	6	meget svak	100-125

**Tabell 4. Indikerte ledere, 25 Hz frekvensdomenet, Kjøkkenbukta, linse B**

Profil Y	Koordinat X	% av maks. feltstyrke	Styrke	Dyp [m]
800	1400	100	meget sterk	75
800	1562	21	meget svak	0-12
900	1412	76	meget sterk	75-100
900	1675	30	svak	0-25
1000	1400	81	meget sterk	100-125
1050	1425	53	sterk	125
1100	1450	40	svak	75-100
1200	1425	53	sterk	75
1300	1400	29	svak	50-75
1300	1525	12	meget svak	0-25
1400	1450	30	svak	50-75
1400	1575	23	meget svak	0-25
1500	1425	13	meget svak	0-25

Det er vanskelig å si noe om fallet til lederne ved de konduktive strøkkonsentrasjonene som en har i dette tilfellet. Vanligvis vil tidsdomenemålingene gi bedre informasjon om fallet da en ofte har en forskyvning av de induerte strømmene langs fallet med økende tidskanaler dvs. med økende måletidspunkt etter strømbrydd. Når det gjelder tidsdomenemålingene på Kjøkkenbukta, gir disse ingen sterke anomalier. De sterke Turamanomaliene kommer inn som meget svake TFEM-anomalier.

Den tydeligste tidsdomeneanomalien observeres på profil 900Y, se figur 1.3. Indikasjonen er ved 1387.5X med et tolket dyp på 35 - 40 m. Lederen indikeres på alle 7 kanaler hvilket betyr meget god ledningsevne. Anomalien er dog meget svak på de to siste kanalene. Indikasjonen faller sammen med primærfeltanomalien på dette profilet som imidlertid er noe

dypere (60 - 70 m). Forøvrig indikeres en sammenhengende leder på alle profiler utover bukta ved koordinat 1400X - 1450X. Indikasjonen har et dyp på 25 - 75 m hvilket er betydelig mindre enn primærfeltindikasjonen. De tidligere Turam-målingene indikerte en grunn (25 - 55 m) leder (grafitt) ved 1375X - 1400X og det kan godt være at det er denne lederen som indikeres i tidsdomenet ved TFEM-målingene.

Et hovedspørsmål ut fra overnevnte tolkning blir om de dype primærfeltanomalien er en dypere del av grafitten eller om det er en leder adskilt fra denne. De konduktive strømmene vil gå der ledningsevnen er best. Dersom det er en dypere del av grafitten som indikeres, betyr det at grafitten blir bedre mot dypet. Det som er sikkert er at strømmen følger en ledende struktur som går utover bukta i allfall til profil 1500Y på 100 - 125 m dyp. Ledningsevnen er uten tvil best på profil 800Y og 900Y og delvis 1000Y. Figur 1.19 viser et kotekart over horisontalkomponenten,  $H_0$ , av primærfeltet. Kartet viser tydelig at  $H_0$  er størst på profil 800Y - 1000Y og at signalet deretter avtar gradvis utover bukta. En ser også en forflytning av signaltoppen nordover fra profil 1000Y. Den gradvise svekningen av anomalien utover bukta behøver ikke nødvendigvis bety at ledningsevnen blir stadig dårligere. En leder med en viss konstant motstand vil redusere strømstyrken i lederen med økende avstand fra jordingspunktet, og  $H_0$  vil reduseres tilsvarende. I tillegg vil økende dyp redusere målesignalet, men dypet er noenlunde det samme fra profil 1000Y - 1500Y.

- Alternativ tolkning profil 900Y, 1000Y og 1050Y

Det som er sagt foran konkluderer med at linse B ikke fortsetter utover bukta og at strømmen går over i linse A. Det siste er nok riktig, men en alternativ tolkning av dobbelanomalien på profil 900Y, 1000Y og 1050Y kan tyde på at linse B fortsetter, i allfall til profil 1050Y. Primærfeltet på profil 900Y, figur 1.20, indikerer en grunn leder ved 1287.5X. På profil 1000Y, figur 1.21, indikeres også en grunn leder, her ved 1325X, mens på profil 1050 Y, figur 1.22, kommer indikasjonen ved 1350X. Dypet varierer fra ca 25 m på profil 900Y (usikker) til 50 - 60 m på profil 1050Y. Dette kan være mineraliseringen som er påtruffet i bh 3/77 på 40 - 50 m dyp og som er tolket til å være øvre del av linse B. Mineraliseringen er ikke spesielt god, og ledningsevnen er betydelig dårligere enn i linse A hvor mesteparten av strømmen går.

### **3.2 Jording i linse A, nisje 10/7**

Det ble jordnet i linse A i massiv malm på stoffen i feltorta hvor det var pågående drift, nisje 10/7, nivå 290 ca 100 m under dagen. Det ble ikke observert grafitt på stoffen, malmsonen

var meget god og besto av en massiv båndet pyrittmalm (1 - 1.2 m) og en grovkornet pyrittmalm (0.3 - 0.6 m) pluss glimmerskifer med pyritt og magnetkis.

Resultatene fra jording i linse A er vist som profilplott i databilag 2, figur 2.1 - 2.14. Tolkingskartet, kartbilag -03, viser indikerte ledere og målte profiler. Det ble målt fra profil 600Y - 1200Y med 100 m profilavstand. Tabell 5,6 og 7 viser en oversikt indikerte ledere i tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet.

**Tabell 5. Indikerte ledere i tidsdomenet, Kjøkkenbukta, linse A**

Profil Y	Koordinat X	Signal H2 [ $\mu\text{V}/\text{A}$ ]	Kanaler	Anomali-styrke	Lednings-evne	Dyp [m]
600	1137	55.0	1 - 7	meget sterk	meget god	10-25
700	1212	29.8	1 - 7	sterk	meget god	125
700	1450	64.9	1 - 7	meget sterk	meget god	100
800	1425	25.0	1 - 7	sterk	meget god	75-100
800	1562	8.5	1 - 3	meget svak	dårlig	0-12
900	1175	5.0	2 - 7	meget svak	meget god	50-60
900	1387	33.1	1 - 7	sterk	meget god	25-50
1000	1175	10.6	1 - 5	svak	god	50-75
1000	1300	?	? - 7	svak	meget god	25-50
1000	1425	13.1	1 - 7	svak	meget god	25-50
1000	1662	6.2	1 - 4	meget svak	god	0-25
1100	1150	13.2	1 - 7	svak	meget god	50
1100	1400	9.1	1 - 3	meget svak	dårlig	50
1100	1725	7.3	1 - 2	meget svak	dårlig	0-25
1200	1175	10.3	1 - 7	svak	meget god	50
1200	1425	7.7	1 - 3	meget svak	dårlig	50-75

**Tabell 6. Indikerte ledere, Primærfeltmålinger, Kjøkkenbukta, linse A**

Profil Y	Koordinat X	% av maks. feltstyrke	Styrke	Dyp [m]
600	1075	72	sterk	50-60
600	1200	95	meget sterk	50-60
700	1200	70	sterk	100
700	1262	64	sterk	50-75
700	1587	39	svak	25
800	1300	100	meget sterk	75-100
900	1300	?	?	25
900	1387	85	meget sterk	50-60
1000	1425	53	sterk	75-100
1100	1450	33	svak	125
1200	1450	15	meget svak	100

**Tabell 7. Indikerte ledere, 25 Hz frekvensdomenet, Kjøkkenbukta, linse A**

Profil Y	Koordinat X	% av maks. feltstyrke	Styrke	Dyp [m]
600	1150	kabel?	meget sterk	100-125
700	1237	kabel?	meget sterk	100-125
800	1300	kabel?	meget sterk	75
900	1375	100	meget sterk	100-125
1000	1425	68	sterk	125
1100	1425	53	sterk	125
1200	1425	26	svak	75-100

Resultatene viser også her en leder som går utover Kjøkkenbukta fra jordingspunktet. Fra og med profil 900Y faller primærfeltanomalien (de konduktive strømmene) sammen med indikasjonen med jording i linse B. Profil 900Y, figur 2.8, viser en primærfeltkurve som er identisk med tilsvarende med jording i linse B. Dette skulle tyde på at det er samme lederen som indikeres, og at det er elektrisk forbindelse mellom jordingspunktene i linse A og B. Primærfeltet indikerer lederen videre på profil 1000Y - 1200Y på 100 - 125 m dyp ved 1425X - 1450X. 25 Hz-målingene indikerer også lederen på dette dyp.

På profil 800Y, figur 2.6, er situasjonen noe endret. Med jording i linse A kommer både primærfelt- og 25 Hz-indikasjonen ved 1300X, mens med jording i linse B, figur 1.2, kommer indikasjonen ved 1387.5X og 1400X. Det er en mulighet at det er kabelen i orta som indikeres ved 1300X, noe indikasjonen på profil 600Y og 700Y også kan tyde på. Profilene 600Y, 700Y og 800Y krysser alle den strømførende kabelen, og magnetfeltet fra denne vil på lik linje med feltet rundt en strømførende malmsone kunne måles på overflaten. Det merkelige er at kabelen ligger i den samme orta med jording i linse B uten at den ser ut til å indikeres på profil 800Y. For å få litt mer klarhet i dette ble jordingspunktet trukket fram til nisje 8 i Nordmalmen. Resultatene fra denne jordingen blir beskrevet senere i kap. 3.3.

Hensikten med jording i linse A var foruten å se om sone fortsatte utover Kjøkkenbukta, også å se om sonen fortsatte vestover i den retning driften i nisje 10/7 pågikk. Målingene ga ingen primærfelt- eller 25 Hz-anomali vestover. Derimot indikerte tidskanlene en meget sterk/sterk anomali fra profil 700Y - 900Y. På profil 700Y, figur 2.3, indikeres lederen ved 1450X med et tolket dyp på 100 m. Ledningsevnen er meget god da lederen indikeres på alle kanaler. Lederen gir negativ anomali hvilket ikke betyr noe i dette tilfellet. Fortegnet har sammenheng med retning på målespolen og på hvilken side av kabelen en måler. På profil 800Y, figur 2.5, indikeres lederen ved 1425X på 75 - 100 m dyp, og på profil 900Y, figur 2.7, ved 1387.5X på 50 - 60 m dyp. Lederen ser ut til å bli grunnere østover. Lederen indikeres også på profil 1000Y, men er nå mye svakere og indikasjonen er forskjøvet nordover til 1425X med et tolket dyp på 25 - 50 m. Lederen indikeres svakt også på profil 1100Y og 1200Y. Grafittlederne i den sørlige del av feltet gir bare meget svake anomalier.



### 3.3 Jording i Nordmalmen, nisje 8

Jording i Nordmalmen hadde to hensikter. En ville kartlegge en eventuell forbindelse til Kjøkkenbuktmalmen og dertil se om «kabelindikasjonen» forsvant. Det ble jordet i massiv malm i nisje 8, 70 -80 m under dagen (Kjøkkenbuktnivå). Mesteparten av malmen i dette området er drevet ut. Det ble målt fra profil 600Y - 1200Y med 50 m profilavstand, og alle profiler lå foran jordingspunktet og utenfor kabelanlegget.

Resultatene fra jording i Nordmalmen er vist som profilplott i databilag 3, figur 3.1 - 3.24. Tolkningskart, kartbilag -04, viser indikerte ledere og målte profiler. Tabell 8, 9 og 10 viser en oversikt over indikerte ledere i tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet.

**Tabell 8. Indikerte ledere i tidsdomenet, Kjøkkenbukta, Nordmalmen nisje 8**

Profil Y	Koordinat X	Signal H2 [ $\mu$ V/A]	Kanaler	Anomali- styrke	Lednings- evne	Dyp [m]
600	1137	43.2	1 - 7	sterk	meget god	25-50
650	1162	?	1 - 5	svak?	god	0-12
650	1187	28.1	1 - 7	sterk	meget god	100-125
700	1212	22.7	1 - 7	svak	meget god	100-125
700	1450	11.4	1 - 5	svak	god	100?
750	1237	4.1	1 - 7	meget svak	meget god	12.5-25
750	1325	30.5	1 - 6	sterk	meget god	0-25
750	1425	5.2	1 - 5	meget svak	god	75
800	1287	5.0	1 - 5	meget svak	god	25
800	1387	9.3	1 - 5	meget svak	god	0-25
850	1387	14.3	1 - 7	svak	meget god	35-40
900	1175	1.6	1 - 6	meget svak	meget god	25-50
900	1387	8.7	1 - 6	meget svak	meget god	25-50
900	1600	9.2	1 - 3	meget svak	dårlig	0-25
950	1400	11.0	1 - 7	svak	meget god	25-50
1000	1150	6.0	1 - 7	meget svak	meget god	50
1000	1425	5.5	1 - 7	meget svak	meget god	0-25
1000	1662	4.1	1 - 3	meget svak	dårlig	0-25
1050	1237	7.1	1 - 7	meget svak	meget god	25
1050	1400	6.1	1 - 3	meget svak	dårlig	25-50
1100	1250	8.8	1 - 6	meget svak	meget god	25
1100	1400	4.7	1 - 3	meget svak	dårlig	25-50
1200	1425	7.9	1 - 4	meget svak	god	50-75

**Tabell 9. Indikerte ledere, Primærfelt, Kjøkkenbukta, Nordmalmen, nisje 8**

Profil Y	Koordinat X	% av maks. feltstyrke	Styrke	Dyp [m]
600	1087	100	meget sterk	75
600	1187	89	meget sterk	35-40
600	1450	kabel,pumpe		
650	1112	67	sterk	75-100
650	1300	58	sterk	min. 100
650	1462	kabel, tele		
700	1312	65	sterk	100-125
700	1575	kabel,tele		
750	1325	78	meget sterk	125
800	1337	64	sterk	75-100
800	1387	?	svak?	0-12.5
850	1350	70	sterk	75-100
850	1362	?	svak?	0-25?
900	1375	60	sterk	75
950	1375	62	sterk	75
950	1387	?	svak?	grunn
1000	1400	41	svak	100
1000	1425	?	svak?	grunn
1050	1400	30	svak	100
1050	1437	?	svak?	25-35
1100	1425	25	svak	125-150
1100	1450	?	meget svak?	25
1200	1450	18	meget svak	75-100
1200	1487	?	meget svak	0-12

**Tabell 10. Indikerte ledere, 25 Hz frekvensdomenet, Kjøkkenbukta, Nordmalmen, nisje 8**

Profil Y	Koordinat X	% av maks. feltstyrke	Styrke	Dyp [m]
600	1125	319	meget sterk	100
600	1162	120	meget sterk	0-12
650	1175	254	meget sterk	100-125
700	1225	174	meget sterk	100-125
750	1275	133	meget sterk	100
750	1300	64	sterk	25
800	1300	53	sterk	25
800	1375	100	meget sterk	100
850	1350	94	meget sterk	125
850	1387	38	svak	25
900	1375	74	sterk	100-125
900	1625	21	meget svak	0-25
950	1375	77	meget sterk	100
1000	1350?	46	svak	50
1000	1475?	65	sterk	25
1050	1400	62	sterk	100-125
1050	1425	31	svak	25-50
1100	1412	48	svak	75-100
1200	1450	45	svak	75-100
1200	1512	13	meget svak	0-12

Resultatene viser at det må være en forbindelse mellom Nordmalmen og Kjøkkenbuktmalmen. Det er imidlertid uklart om det er til linse A eller B strømmen går, og det kan heller se ut som om strømmen følger en leder som ligger mellom linse A og B.

På profil 600Y, figur 3.2, indikerer primærfeltet en leder ved 1087.5X på ca 75 m dyp. Dette er trolig Nordmalmen og stemmer godt med geologisk profil 700N (Rui 1991, fig.2). Den samme lederen indikeres på profil 650Y ved 1125X, figur 3.4. På profil 650Y indikeres også en leder ved 1300X med tolket dyp 100 - 125 m. Både dyp og X-koordinat stemmer meget godt med mineraliseringen som er påtruffet i bh 23/74 og 22/74, jfr. profil 0A, fig.3 (Rui 1982). Det kan se ut som om det er fra denne mineraliseringen forbindelsen til Kjøkkenbukta går, eller er denne mineraliseringen en del av Kjøkkenbuktmalmen?. Det går i allfall strøm fra jordingspunktet i Nordmalmen til mineraliseringen i bh 22/74 og 23/74.

På profil 700Y, figur 3.6, indikeres lederen ved 1312.5X og gir en meget tydelig og «ren» vertikalanomali med tolket dyp 100 - 125 m. Det samme kan sies om profil 750Y, figur 3.8, hvor indikasjonen er ved 1325X på 125 m dyp. Strømkonsentrasjonen blir gradvis grunnere fram til profil 950Y, figur 3.16, der lederen indikeres ved 1375X på 75 m dyp. På dette profilet overlages den dype anomalikurven av en grunn indikasjon ved 1387.5X. Fra profil 1000Y - 1200Y indikeres lederen igjen på et noe større dyp, 100 - 150 m, samtidig som den forskyves noe nordover. En antar at strømmen her følger samme ledende sone som ved jording i linse A og B.

Figur 3.25 viser et kotekart over H0 med jording i Nordmalmen, nisje 8. Kartet viser tydelig et område fra profil 650Y - 950Y med kraftig primærfeltanomali som betyr sterk strømkonsentrasjon og god ledningsevne. Sonen fortsetter videre utover bukta, men den er tydelig dårligere fra profil 1000Y. Lengst sørvest på kartet, 1100X - 600Y, indikeres nordøstre del av Nordmalmen.

Når det gjelder 25 Hz og tidsdomenemålingene med jording i nisje 8, gir disse et noe annet resultat enn primærfeltmålingene. Indikasjonen kommer noe lenger sør på de vestligste profilene 600Y - 800Y. På profil 650Y, figur 3.3 og 3.4, indikerer tidskanalene en meget god leder ved 1187.5X på 100 - 125 m dyp. Den dype anomalikurven overlages av en grunn leder ved 1162.5X. 25 Hz-målingene indikerer den samme dype lederen ved 1175X med et tolket dyp på 100 - 125 m. Det er imidlertid ingen antydning til anomali ved 1300X hvor den meget sterke primærfeltanomalien opptrer. Tidsdomene- og 25 Hz-målingene indikerer samme leder, og lederen er trolig nordøstre del av Nordmalmen (Rui 1991). Det samme gjentar seg på profil 700Y. På profil 750Y og 800Y er tidsdomeneanomalien meget svak mens 25 Hz-anomalien fortsetter som en sterk anomali og fra profil 850Y er den sammenfallende med primærfeltanomalien. Dypet er 100 - 125 m på alle profiler. Det kan altså være to ledende strukturer som fører ut til Kjøkkenbukta og som går mer eller mindre sammen ved profil 850 - 900Y.

Den sterke tidsdomeneanomalien som ble indikert med jording i linse A og som kan være en vestlig fortsettelse av denne, blir også indikert med jording i nisje 8 men nå som en svak/meget svak anomali.

De meget sterke utslagene på tidsdomenekurvene i nordre del av flere profiler, f.eks. ved 1450X - 1500X på profil 600Y, figur 3.1, er trolig en kabel (telefon ?) som ligger på bunnen av Kjøkkenbukta.

På spørsmål om indikasjonen av energiseringskabelen i gruva er borte, er svaret noe usikkert. Primærfeltanomaliene er på helt forskjellig sted med jording i linse A og nisje 8. Dette kan tyde på at indikasjonen på de vestligste profilene med jording i linse A skyldes kabelen. På den annen side viser tidsdomene- og 25 Hz-målingene med jording i nisje 8 at det går en leder på noenlunde samme sted som den antatte kabelindikasjonen med jording i linse A.

### 3.4 Beregning av tidskonstanter

For å få en bedre vurdering av kvaliteten til en leder som er indikert i tidsdomenet, kan en studere tidskonstanten og «decay»-kurven til lederen, se tekstbilag 1.

Tidskonstanten beregnes etter formelen:

$$T_n = (t_{n+1} - t_n) / \ln(H_n / H_{n+1})$$

der  $t_n$  er måletidspunkt for kanal n og  $H_n$  er målesignal for kanal n

Tabell 11, 12 og 13 viser beregnede tidskonstanter for observerte anomalier i tidsdomenet. Med ordinært kabelutlegg med jordet kabel eller kabelsløyfe på bakken hvor en måler profiler ut fra kabelen, har en god erfaring i å bedømme ledere ut fra tidskonstanten. Bruk av de samme kriterier ved det spesielle kabelutlegget en brukte på Kjøkkenbukta kan være meget usikkert. Vanligvis vil tidskonstanter mellom kanal 6 og 7,  $T_6 > 3-4$  ms indikere en leder med meget god ledningsevne som i en massiv kis. Impregnasjonsmalmer vil vanligvis ikke indikeres på de 2 - 3 siste kanalene.

Tabell 11 viser tidskonstanter for anomalier med jording i linse B. En merker seg at lederen på profil 800Y ved 1425X har stor tidskonstant,  $T_6 = 6.05$ , som kan bety massiv malm. Dette kan være fortsettelsen vestover av linse A. En tidskonstant på  $T_6 = 12.94$  på profil 1000Y ved 1425X er meget tvilsom (usikker beregning) dersom en ser på profilplottene, mens  $T_6 = 7.16$  på profil 1500Y ved 1200X godt kan være den kjente grafittskiferen.

**Tabell 11. Beregnede tidskonstanter,horisontalfeltet, Kjøkkenbukta, linse B**

Profil Y	Koordinat X	T1	T2	T3	T4	T5	T6
800	1287	0.10	0.21				
800	1425	0.12	0.77	3.89	0.72	1.34	6.05
800	1562	0.10	0.16				
900	1175		0.42	0.76	0.68	1.31	2.96
900	1387	0.11	0.15	2.78	0.46	1.01	2.54
1000	1150	0.18	1.06	0.32	0.40		
1000	1425	0.08	0.15	-1.22	0.53	1.36	12.94
1050	1250		0.25	1.33	0.98	1.28	2.35
1050	1450	0.19	0.29	0.47	0.58		
1100	1150	0.53	0.46	0.37			
1100	1250		0.24	-0.67	1.43	1.06	
1100	1400	0.36	0.40				
1200	1150	0.74	0.23	0.50			
1200	1425	0.14	0.17	0.37			
1300	1175		5.79	0.45			
1300	1425	0.15	0.51	0.25			
1400	1200		-0.29	0.53	0.63	1.38	
1400	1425	0.12	0.21	0.25			
1500	1200		-0.16	0.60	0.54	1.47	7.16
1500	1450	0.75	0.19	0.26			

Tabell 12 viser tidskonstanter for indikerte ledere med jording i linse A. T6 = 7.3 på profil 700Y ved 1212.5X indikerer trolig den nordøstlige del av Nordmalmen. Tidsdomeneanomalien vestover fra jordingspunktet i linse A gir tidskonstanter på 2.2 - 3.5 hvilket betyr god ledningsevne med muligheter for massiv malm ut fra vanlige brukte kriterier. De øvrige høye tidskonstanter representerer de grunne kjente grafittsonene.

**Tabell 12. Beregnede tidskonstanter,horisontalfeltet, Kjøkkenbukta, linse A**

Profil Y	Koordinat X	T1	T2	T3	T4	T5	T6
600	1137	0.10	0.26	0.56	0.67	1.03	2.22
700	1212	0.10	0.35	0.65	0.56	0.80	7.30
700	1450	0.18	0.38	0.76	0.58	0.80	1.68
800	1425	0.18	0.23	1.15	0.65	1.08	2.23
900	1175		-0.31	0.54	0.66	1.12	5.82
900	1387	0.12	0.17	3.09	0.47	1.04	3.49
1000	1175	1.74	1.02	0.38	0.63		
1000	1425	0.10	0.09	-0.59	0.55	1.46	5.60
1100	1150	0.58	0.45	0.43	0.61	1.31	3.74
1100	1400	0.16	0.29				
1200	1175	-1.93	0.63	0.45	0.50	3.39	7.66
1200	1425	0.13	1.30				

Tabell 13 viser tidskonstanter med jording i Nordmalmen, nisse 8. Den nordøstlige delen av Nordmalmen indikeres med tidskonstanter  $T6 = 1.5 - 4.3$ . Linse A indikeres på profil 850Y ved 1387.5X med  $T67 = 7.07$  hvilket bekrefter den gode ledningsevnen i denne sonen. Ellers gir de kjente grafittsonene utover bukta tildels høye tidskonstanter.

**Tabell 13. Beregnede tidskonstanter, horisontalfeltet, Nordmalmen, nisse 8**

Profil Y	Koordinat X	T1	T2	T3	T4	T5	T6
600	1137	0.16	0.51	0.63	0.64	0.99	1.49
650	1187	0.17	0.39	0.74	0.62	0.90	1.87
700	1212	0.15	0.67	0.63	0.62	0.83	4.37
700	1450	0.47	4.27	0.71	0.40		
750	1237	0.13	0.35	1.78	4.16	2.03	3.85
750	1325	0.30	-1.22	0.51	0.56	0.57	
750	1425	0.77	-1.85	1.20	0.44		
800	1287	0.48	1.36	0.46	0.59		
800	1387	0.74	0.50	0.74	0.52		
850	1387	0.33	0.27	0.95	0.56	1.30	7.07
900	1275	0.05	-0.21	1.18	0.92	1.29	
900	1387	0.13	0.13	-0.71	0.55	1.33	
900	1600	0.08	0.07				
950	1400	0.28	0.31	1.09	0.63	0.94	2.37
1000	1150	0.25	-	0.39	0.64	1.54	12.43
1000	1425	0.31	0.32	1.80	0.77	1.28	4.84
1000	1662	0.07	0.68				
1050	1237	2.46	0.22	1.42	0.81	1.21	2.54
1050	1400	0.28	0.29				
1100	1250	0.65	0.22	1.08	0.64	0.97	
1100	1400	0.17	0.25				
1200	1425	0.26	0.92	0.21			

### 3.5 Diskusjon og anbefalinger

Det ble umiddelbart satt i gang boring etter at målingene var utført og etter en foreløpig tolkning av resultatene. Et horisontalt borhull ble satt på fra nisje 10/2 på ca nivå 300. Det ble siktet mot anomalien på profil 950Y der indikasjonen var ved koordinat 1375X - 1400X. Anomaliårsaken ble funnet på riktig angitt sted, men viste seg å være en ca 10 m mektig sone med grafittskifre og noe magnetkis. Denne sonen antas å ha meget god ledningsevne og vil gi kraftig anomali. Spørsmålet er hvor denne grafittsonen kommer fra. Gruveprofil 220 og 200, som går mellom 825Y og 875Y i det geofysiske nettet, viser ingen grafittsoner i dette området. De geofysiske indikasjonene tyder alle på at den påtrufne grafitt/magnetkissonen er en fortsettelse av malmsonen i linse A. Det ser også ut som om profil 950Y går over ytterkanten av en god leder, se figur 3.25. Det kunne derfor vært interessant å bore mot anomalien på profil 900Y fra samme sted (nisje 10/2). Dypet på indikasjonen er ca 75 m så et horisontalt eller svakt oppadrettet hull skulle passe bra. Diamantboringene fra gruva viser at forholdene kan være meget kompliserte med foldninger og store variasjoner over korte avstander. Nøyaktig detaljkartlegging av ledere på stort dyp med bakkemålinger vil derfor være meget vanskelig.

Alle tre jordingspunktene gir noenlunde lik strømkonsentrasjon utover bukta fra profil 900Y. Vest for profil 900Y er det fortsettelsen av linse A vestover og forbindelsen til Nordmalmen som er det interessante spørsmål. Mineraliseringen i nisje 10/7, og over, på gruveprofil 220 og 200 stemmer bra med tidsdomeneanomalien som kan følges fra profil 700Y - 900Y. Denne anomalien faller imidlertid ikke sammen med primærfeltanomalien med jording i Nordmalmen, nisje 8, som ser ut til å ligge mellom linse A og B. Dypet til denne er 100 - 125 m på profil 700Y - 850Y slik at strømkonsentrasjonen ligger 20 - 40 m under nisje 10/7-nivået. Dersom det ikke er boret nedover fra feltorta langs linse B (nivå 290) eller fra andre steder hvor anomalien kan skjæres, bør dette gjøres. Dette kan muligens føre til boring langs fallet med de problemer det medfører. Det bør også bores mot tidsdomeneanomalien mellom profil 700Y og 900Y. CP målingene (Logn 1983) viste også at det er forbindelse mellom Nordmalmen og Kjøkkenbuktmalmene. Det ble da jordet i bh 1/82.

Når det gjelder sonen videre utover bukta fra profil 950Y, synes det som om ledningsevnen er betydelig dårligere. Figur 3.26 viser et geologisk snitt gjennom bh 3/77, 5/77 og 6/77 (Rui 1982). Snittet viser en mulig malmposisjon ut fra et antatt foldemønster. Ved å plote inn den geofysiske indikasjonen på profil 1100Y ser en god korrelasjon med den antatt geologiske strukturen. Et borhull fra isen burde treffe anomaliårsakensom som er indikert på 100 - 150 m dyp. Målingene viser ellers at det er dårlig elektrisk forbindelse mellom malmsonene det ble jordet i og de kjente, grunne grafittsonene.

#### 4. KONKLUSJON

TFEM-målingene på Kjøkkenbukta viste at det var mulig å følge dype ledere med EM bakkemålinger selv i et område med grunne grafittsoner tilstede. Dette var mulig med det spesielle måleopplegget en benyttet hvor energiseringskabelen var fjernet fra selve måleområdet og fjernelektroden satt ut i motsatt retning bak jordingselektroden i gruva.

Resultatene viser at både jording i Kjøkkenbuktmalmen, linse A og B, og Nordmalmen dirigerer strømmen i en ledende sone som går minst 600 m utover bukta. Dypet er tolket til 100 - 150 m. En begrenset del av denne sonen ser imidlertid ut til å ha en ledningsevne tilsvarende malmsonen det ble jordet i. Denne sonen strekker seg 100 - 150 m østover fra nisje 10, men kan også følges vestover mot Nordmalmen. En kan ikke utelukke at brudd eller dårlige partier i lederen gjør at anomalien blir svakere utover bukta. Fra et geofysisk synspunkt kan en derfor ikke avskrive malmsoner med bedre ledningsevne lenger ute langs den indikerte dyplederen. En generell noe dårlig ledningsevne vil også svekke anomalien gradvis med avstand fra jordingpunktet. Oppfølgende boring, umiddelbart etter at målingene var avsluttet, mot østre kant av den best ledende sonen påtraff imidlertid en bred sone med grafitt og magnetkis som er en meget god leder.

En kraftig tidsdomeneanomali med jording i linse A kan indikere fortsettelsen av linse A vestover, mens jording i Nordmalmen tydelig viser elektrisk forbindelse til Kjøkkenbuktmalmen. Det anbefales boringer mot disse indikasjonene. Det bør også bores mot dypanomalien ute på bukta (fra isen) da de tidligere boringer fra isen ikke ser ut til å skjære gjennom den indikerte dyplederen.



## 5. REFERANSER

Lauritsen, T. 1985: Turammålinger Bleikvassli. *NGU Rapport 85.176.*

Logn, Ø. 1983: Nordmalmen, Bleikvassli Gruber. CP/SP-målinger med strøm tilført malmskjæring i BH 1/82. Prospektering A/S. *Rapport nr. 1403.*

Rui, I. 1982: Bleikvassli Grubefelt - tektoniske strukturer. A/S Sydvaranger Prospekteringsavdelingen. *Rapport nr. 1274.*

Rui, I. 1991: Malmleting i Bleikvassli 1990 - forløbige rapport. Prospektering A/S, *Rapport nr. 2179*

## TFEM, METODE OG INSTRUMENTBESKRIVELSE

### 1 Metodebeskrivelse

TFEM, (Time and Frequency Electro Magnetic) er en elektromagnetisk metode hvor målingene foregår både i tidsdomenet og i frekvensdomenet. Med NGUs egenproduserte TFEM-utrustning blir strømpulser sendt ut i en kabelsløyfe eller jordet kabel som legges langs strøket i måleområdet. Magnetfeltet fra kabelen, primærfeltet, vil indukere sekundære strømmen i eventuelle ledere. Induserte returstrømmen under kabelen vil også diffundere ut og ned og samles i ledere som er tilstede. Ved jordet kabelutlegg vil i tillegg også konduktive strømmen samles i de samme lederne. Strømmen som sendes ut i kabelen slås av og på hvert 10. ms vekselvis med motsatt fortegn. Målinger blir gjort langs profiler ut fra kabelen, og i tidsdomenet måles sekundærfeltet fra strømmene i ledere direkte. I frekvensdomenet må måldata normaliseres mot det teoretiske primærfeltet fra kabelutlegget. Sekundærfeltet er satt opp både av de direkte induserte strømmene i en leder, og av de induserte returstrømmen under kabelen som diffunderer ned og samles i ledere. I tidsdomenet trenger måldata ingen normalisering da målingene blir foretatt i tidskanaler (tidsvindu) i den tiden strømmen er slått av og det ikke er noe primærfelt tilstede. Det induserte sekundærfeltet er faseforskjøvet i tid etter primærfeltet, og induksjon oppstår når primærfeltet slås av og på eller skifter retning. Konduktive strømmen vil være noe faseforskjøvet langt borte fra senderen. Derfor vil feltet fra disse også kunne måles i tidsdomenet og forsterke det målte sekundærfeltet. I løpet av 10 ms måles 7 vertikale og 7 horisontale kanaler ved forskjellig (økende) tidspunkt etter at strømmen er slått av (tidsdomenemålinger). I tillegg måles vertikal- og horisontal-komponent av primærfeltet, kanal 0, som måles like før strømmen blir null. I frekvensdomenet måles vertikalkomponenten av totalfeltet ved 25 Hz som er grunnfrekvensen av strømpulsene som sendes ut. Både reell- og imaginærkomponent måles.

De tidlige kanalene i tidsdomenet indikerer grunne ledere både med god og dårlig ledningsevne, mens de sene kanalene overser grunne dårlige ledere og indikerer gode ledere på dyp ned til 400 - 500 m. På denne måten kan en vurdere kvaliteten til en leder. Med kvalitet menes her elektrisk ledningsevne. Det er flere faktorer å ta hensyn til når en skal vurdere kvaliteten til en leder. En faktor er selve anomalistyrken (styrken på målesignalet) på de forskjellige kanaler. Dette er en konkret verdi som kan leses direkte av måldata (H-kanalene) og en kan sette grenser for å gradere anomaliens styrke. Lederens ledningsevne er avgjørende for styrken på anomalien, men kvaliteten på ledere må også vurderes ut fra hvor fort anomalien dør ut som funksjon av tid. Til dette kan en beregne en tidskonstant som er en indikasjon på hvor god ledningsevnen er. En anomali som dør raskt ut vil ha en liten tidskonstant, mens en anomali som er sterk på de sene kanaler har stor tidskonstant. Tidskonstanten beregnes ut fra en kurve der en plotter målesignalet (H-kanaler,

logaritmisk skala) som funksjon av tid etter strømbrydd (lineær skala), og beregnes der denne kurven er lineær (konstant vinkelkoeffisient). Jo flatere kurven er i den lineære delen jo større er tidskonstanten og jo bedre er ledningsevnen.

En tredje faktor som påvirker anomalistyrken er lederens form og størrelse samt beliggenhet i forhold til kabelutlegg. Lederens lengde, bredde og fall vil ha betydning for den elektromagnetiske koblingen og dermed for styrken på de induserte strømmene. Det er vanskelig å tallfeste betydningen av disse faktorene slik at her må en gjøre en vurdering i hvert enkelt tilfelle ut fra det erfaringsmaterialet en har tilgjengelig.

I frekvensdomenet vil primærfeltmålingene (kanal 0) særlig indikere grunne dårlige ledere godt, men dype ledere vil også indikeres, spesielt ved konduktiv energisering. Målinger på 25 Hz, som er en meget lav frekvens, vil være godt egnet til å indikere dype gode ledere dersom måleforholdene er gode. Ledere med dårlig ledningsevne vil ikke indikeres.

Anomalier fra TFEM-målinger har en form lik anomalier fra tradisjonelle Turam-målinger og tolkningen skjer etter samme manuelle metoder. Ved TFEM-målinger i tidsdomenet måles i tillegg også retningen på magnetfeltet. Dette kan ha betydning for bestemmelse av kantstrømmer. Øvre og nedre kant i en plateleder har strømmer med motsatt retning og dermed motsatt retning på sekundærfeltet.

## 2 Instrumentbeskrivelse

NGU's TFEM (Time and Frequency domain Electro Magnetic) er et instrument utviklet ved NGU i perioden 1982-1985. Senderdelen består av en generator (1,5-2 kW), en strømforsyning som konverterer AC til DC og selve senderen som er mikroprosessorstyrt. I tillegg til dette kommer kabelutlegg som kan variere i form og størrelse. Mottakersystemet består av 4 spoler, selve mottakeren (mikroprosessorstyrt) og en batterikasse.

Prosessoren i mottakeren kan utføre følgende funksjoner:

- stiller inn forsterkning i forhold til signalnivå
- kontrollerer og viser måledata
- utfører statistiske beregninger under måling
- utfører instruksjoner gitt av operatøren
- behandler "overflows"
- lagrer data i bobleminne
- overfører data til PC

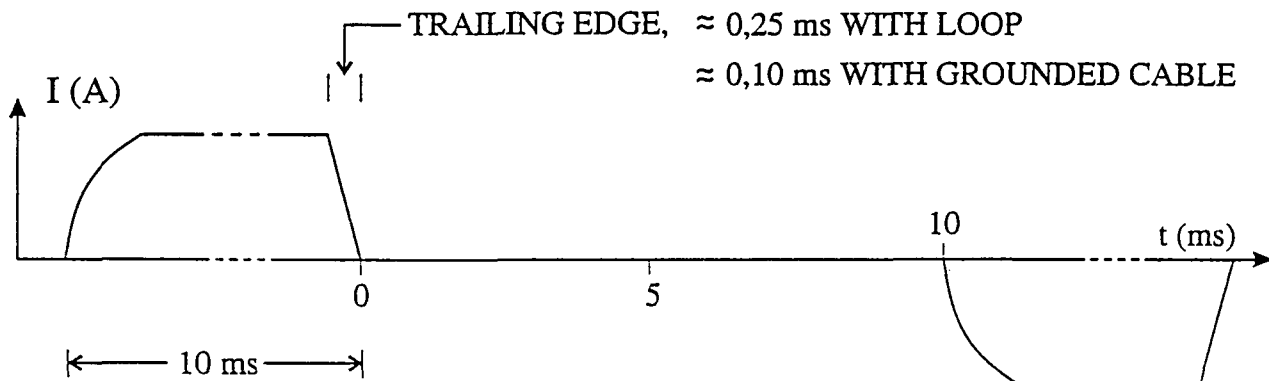
Koblingen mellom sender og mottaker er etablert ved hjelp av høyfrekvente oscillatorer koblet opp mot tellere både i sender og mottaker. Ved å nullstille tellerne ved målingenes start (synkronisering), vet mottakeren til enhver tid hvordan strømforløpet er, og kan styre måleprosessen ut fra dette.

Instrumentet måler 8 vertikale og 8 horisontale kanaler (medregnet kanal 0) i tidsdomenet. Svært gode ledere kan bli oversett ved transientmålinger, og for å gardere seg mot dette måles 2 vertikalkanaler ved 25 Hz i frekvensdomenet. Figur B1 viser strømforløpet ut fra sender og hvordan de 16 tidskanalene måles i forhold til strømpulsene. For å tilfredsstille krav til følsomhet og frekvensrespons måles de fire første kanalene i tidsdomenet i en spole og de fire siste i en annen spole. Dette gjelder både horisontal- og vertikalkomponenten, derfor 4 målespoler. Figur B2 viser hvordan de to frekvensdomenekanalene måles i forhold til strømforløpet. Periodetiden for den utsendte strømmen er 40 ms, noe som tilsvarer en frekvens på 25 Hz. V8 måles tilnærmet i fase med primærfeltet og V9 tilnærmet ut av fase.

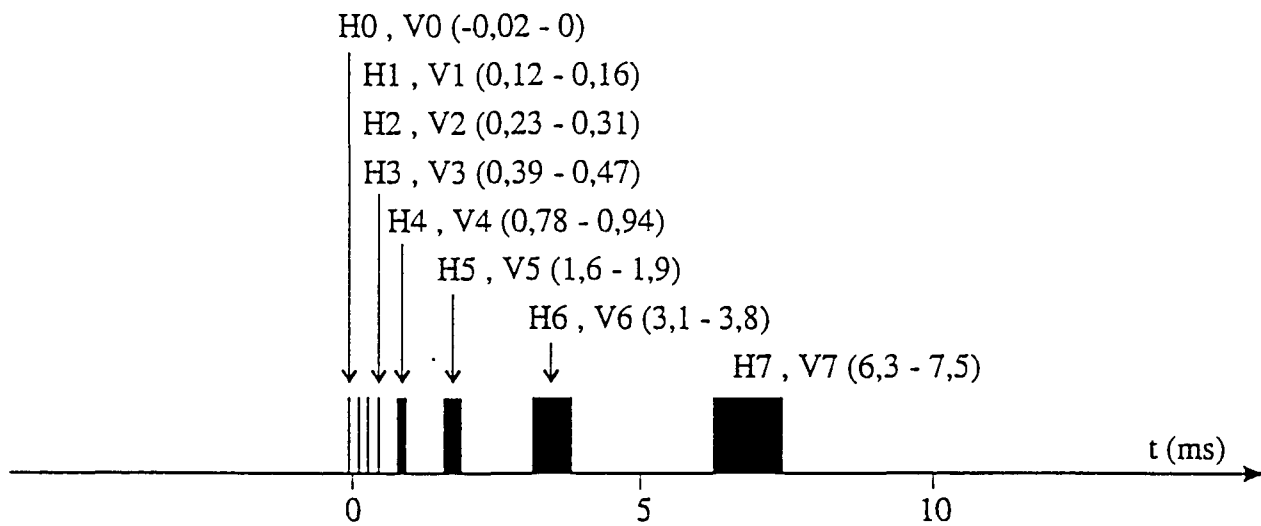
Figur B3 viser datastrømmen fra målespoler frem til presentasjon av data. Hele måleprosessen og all dataoverføring styres av den sentrale prosessoren. Fra målespolen går data via prosessoren til midlertidig lagring i RAM. Under måling utføres kontinuerlig statistiske beregninger, og data overvåkes slik at perioder med mye støy kan vrakes. Antall måleserier kan bestemmes ved å stille krav til standardavvik i de enkelte kanaler, eller ved å sette et øvre tak for antall måleserier. Etter avsluttet måleserie kan beregnede data for alle kanaler listes ut på display for sjekk. Er data OK legges de inn på boblelageret. Etter endt måledag overføres data fra boble via mikroprosessoren til PC. Her kan en liste ut måleverdiene og en kan få profilplott av de forskjellige kanaler. For hver målestasjon blir følgende data lagret i bobleminnet:

- middelvei i 18 kanaler
- usikkerhet i 18 kanaler
- forsterkningskode i 18 kanaler
- antall målesykluser
- informasjon om "overflows"
- tid (måned, dato, time, minutt, sekund)
- koordinater (X,Y)
- senderparametre (strømstyrke, sløyfestørrelse m.m)

CURRENT TIME,  $T = 40 \text{ ms}$  ( $f = 25 \text{ Hz}$ )

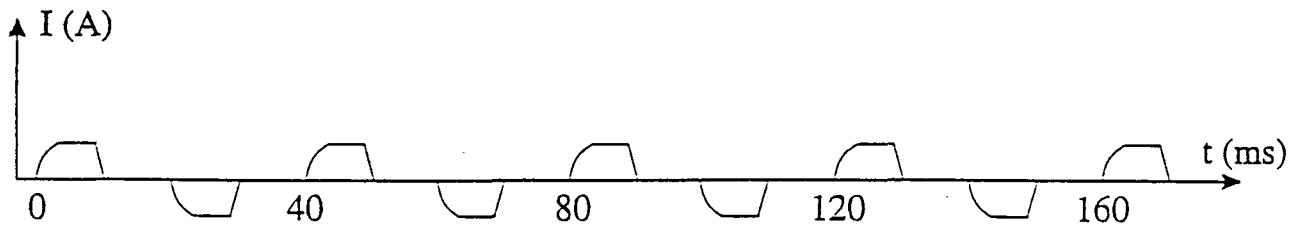


MEASURING TIME (TIME DOMAIN)

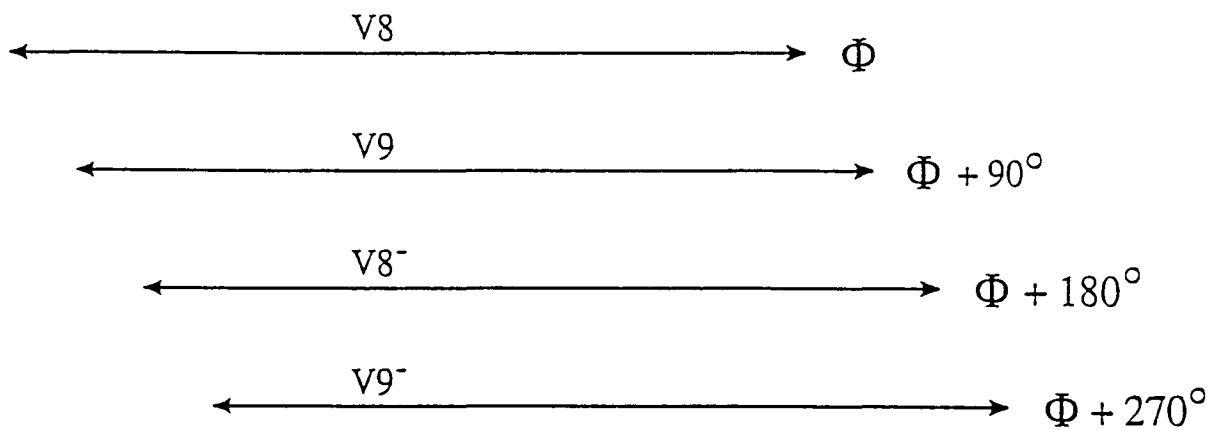


Figur B1. Strømforløp og måletidspunkt for tidsdomenekanalene

CURRENT TIME,



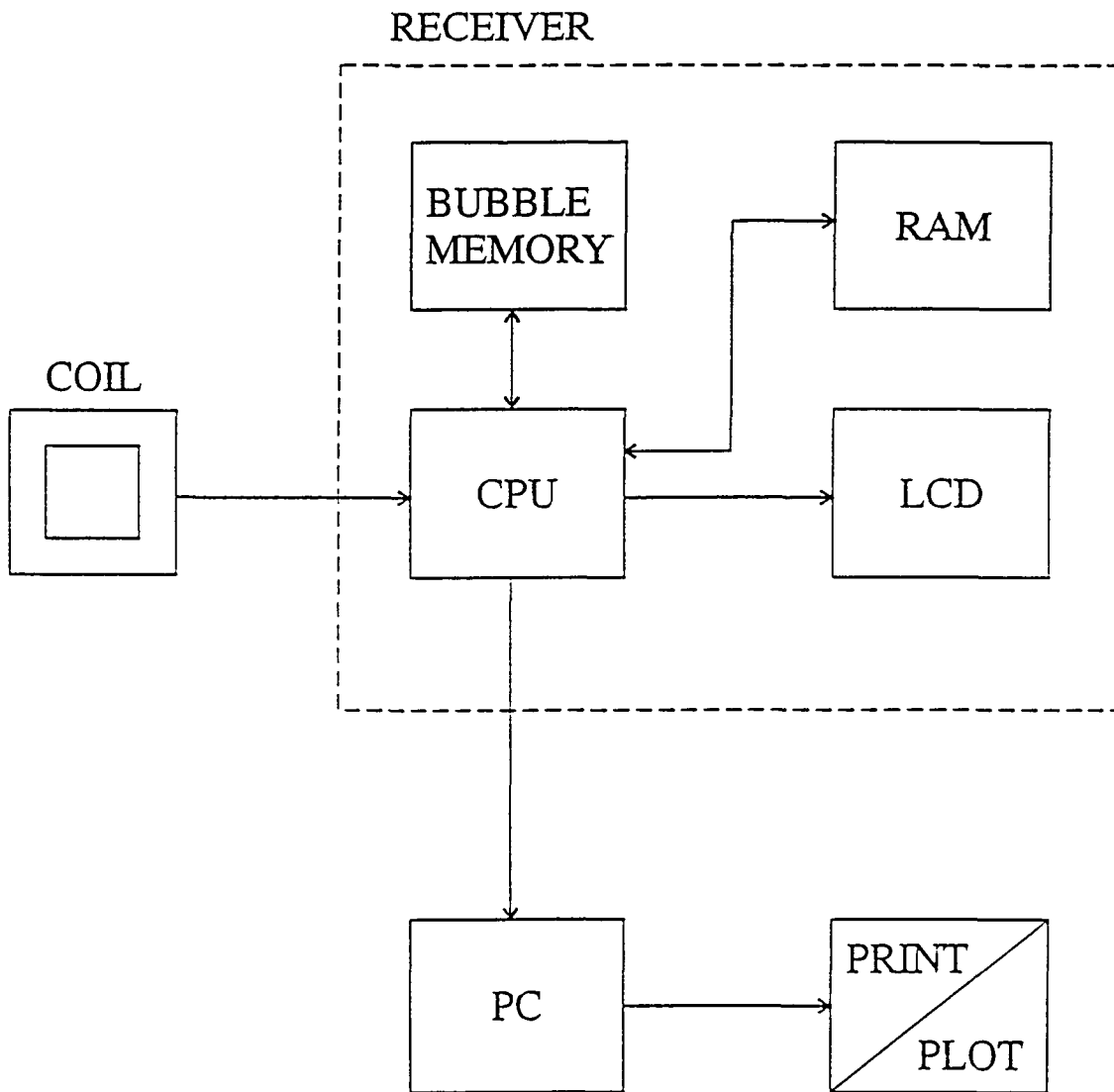
MEASURING TIME (FREQUENCY DOMAIN)



$$V8 \dot{=} V8 - V8^- \quad (\approx \text{IN PHASE})$$

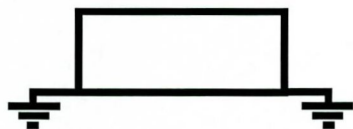
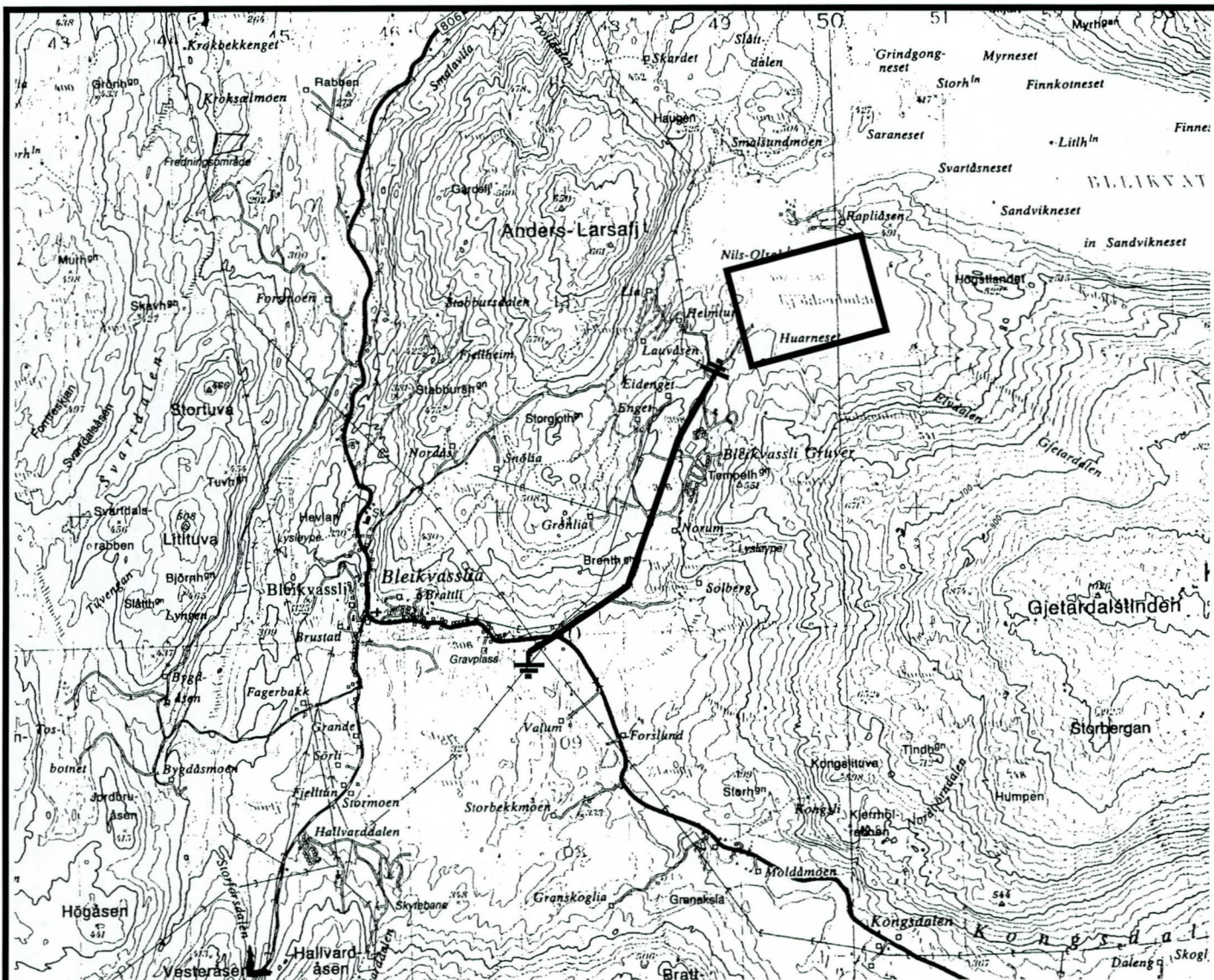
$$V9 = V9 - V9^- \quad (\approx \text{OUT OF PHASE})$$

Figur B2. Strømførløp og måletidspunkt for frekvensdomenekanalene



Figur B3. Flytskjema for måleprosessen ved TFEM-målinger





MÅLEOMRÅDE MED ELEKTRODEPLASSERINGER

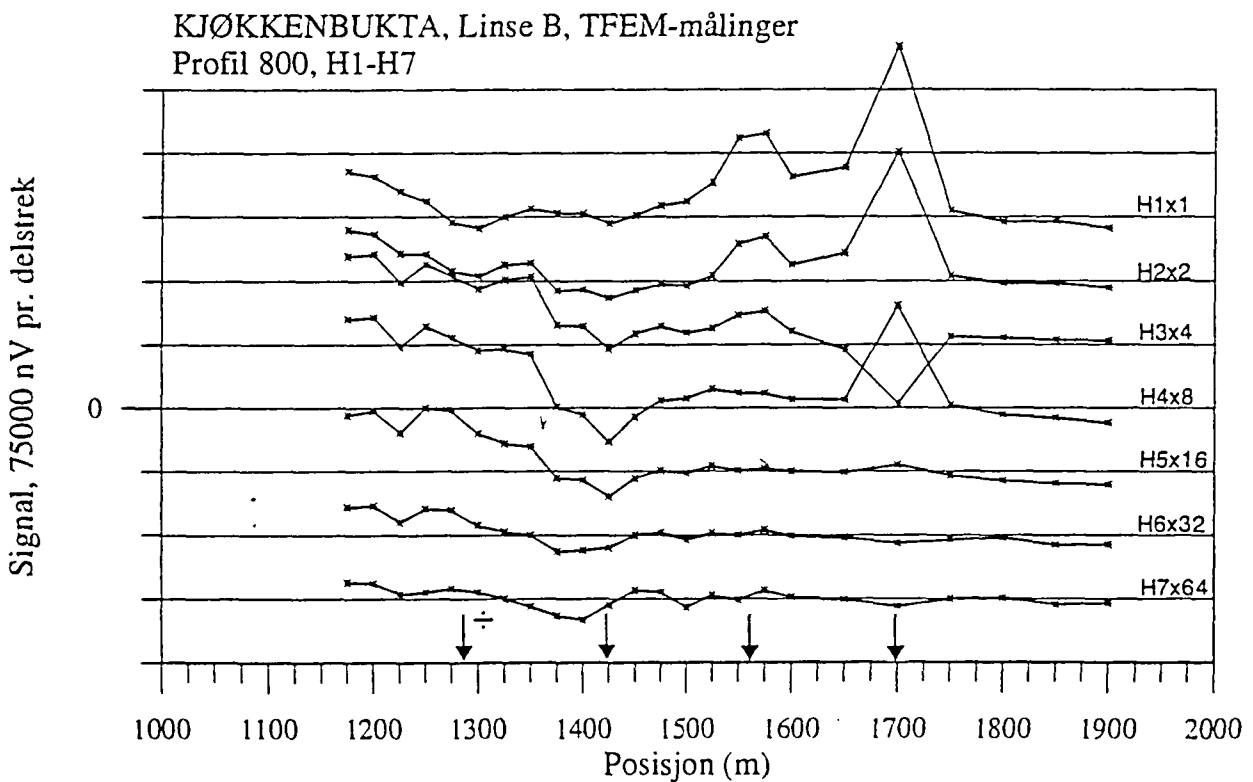
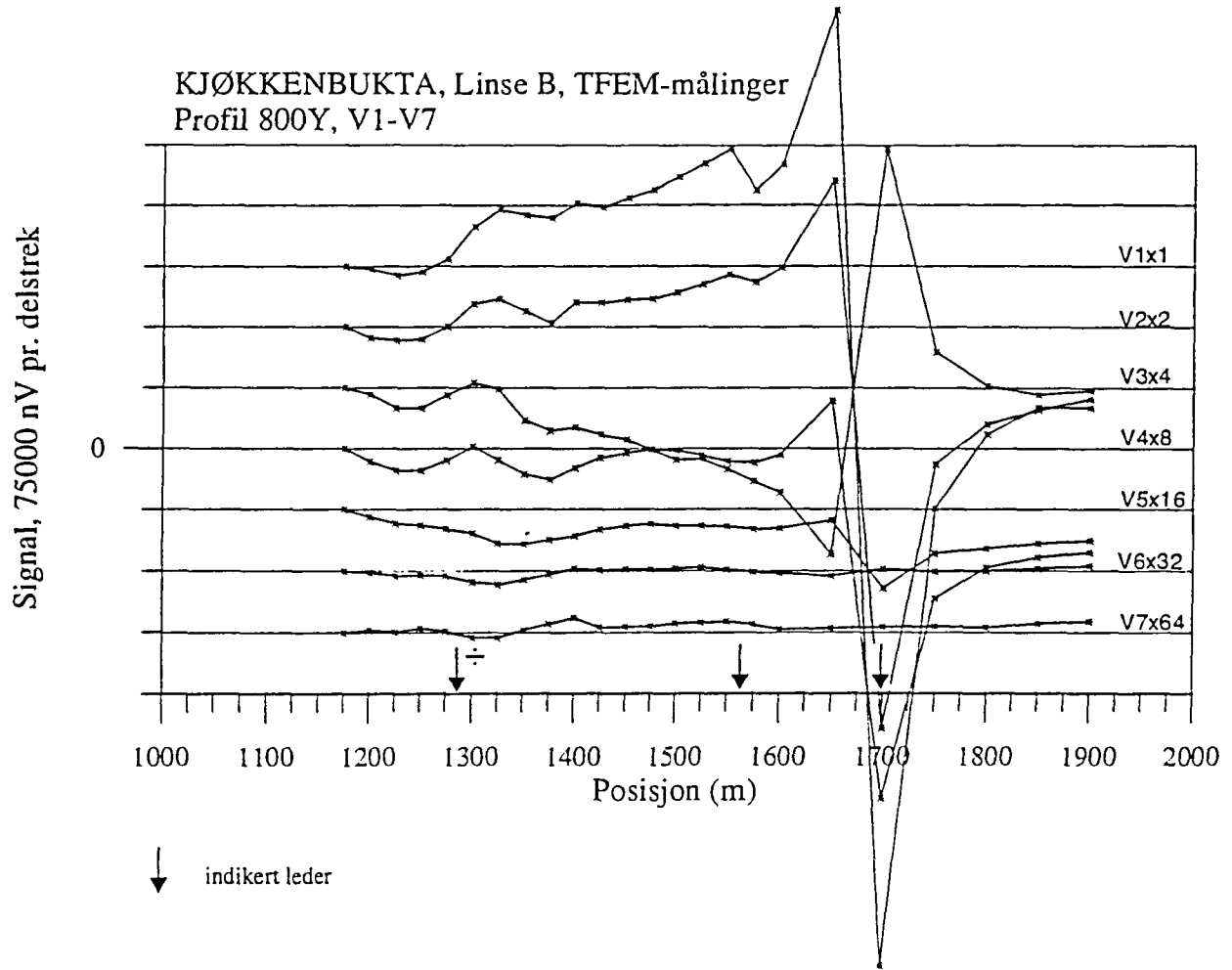
NGU V/NORDLANDSPROGRAMMET OVERSIKTSKART <b>KJØKKENBUKTA</b> HEMNES, NORDLAND	MÅLESTOKK	MÅLT H.E.	APRIL -96
	1 : 50 000	TEGN E.D.	MAI -96
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.076-01	KARTBLAD NR 1926 I	



Databilag 1: Figur 1.1 - 1.18 TFEM profilplott av tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet, jording linse B.

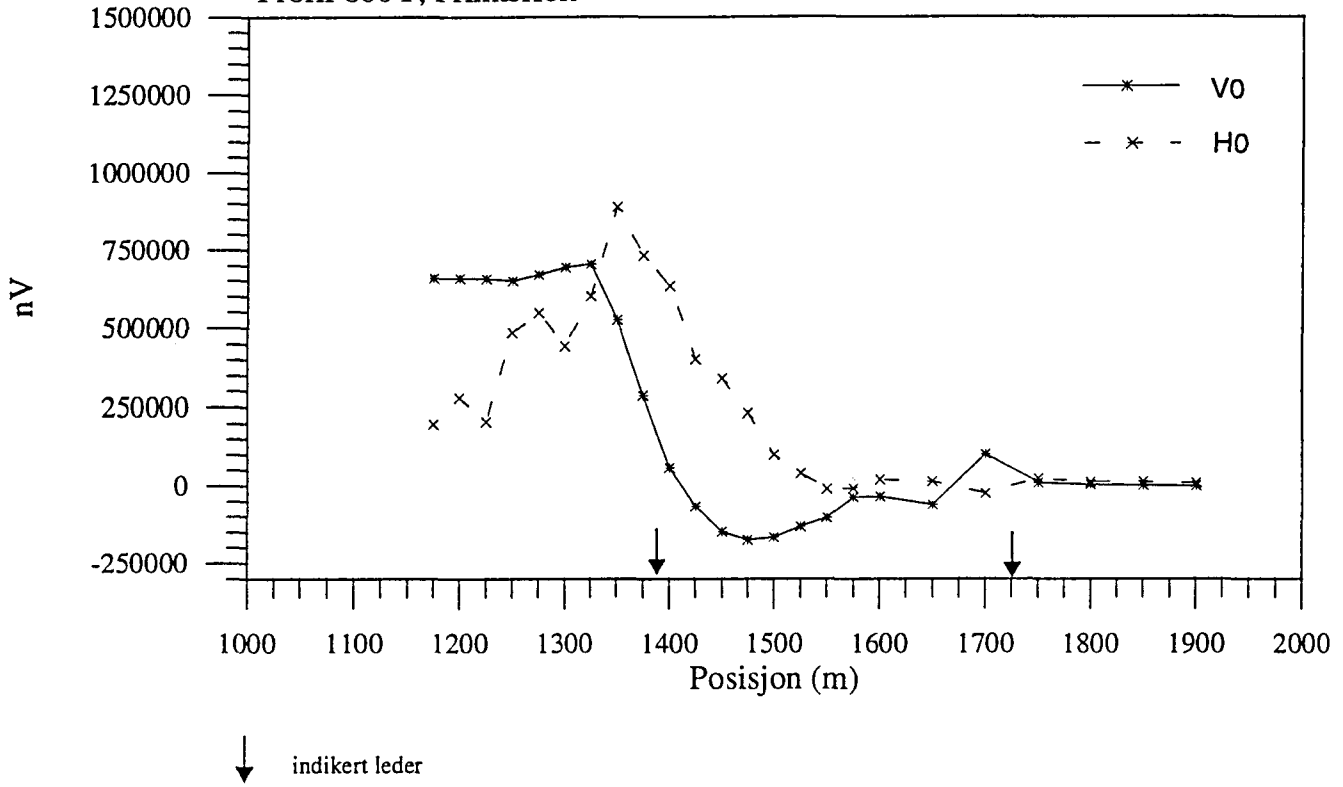
Figur 1.19 Kotekart av horisontalkomponent, jording linse B

Figur 1.20 - 1.22 TFEM profilplott, alternativ tolkning profil 900-1050Y

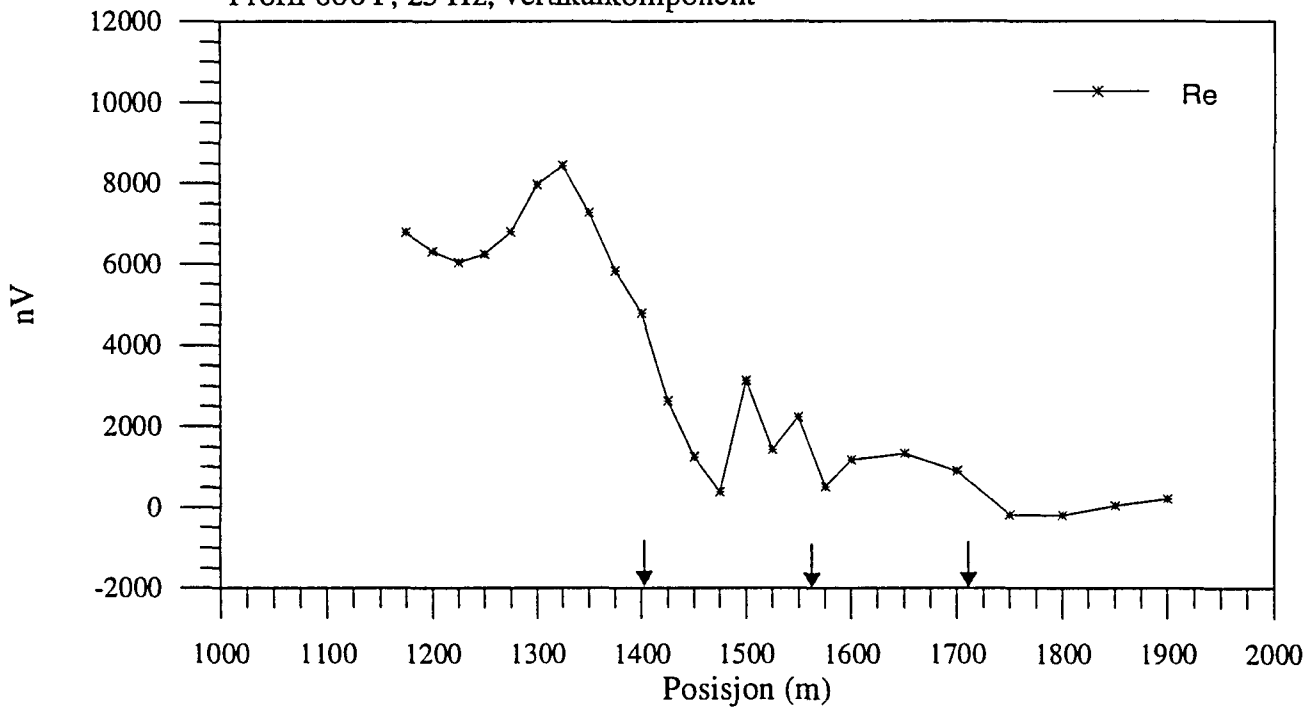


Figur 1.1 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 800Y

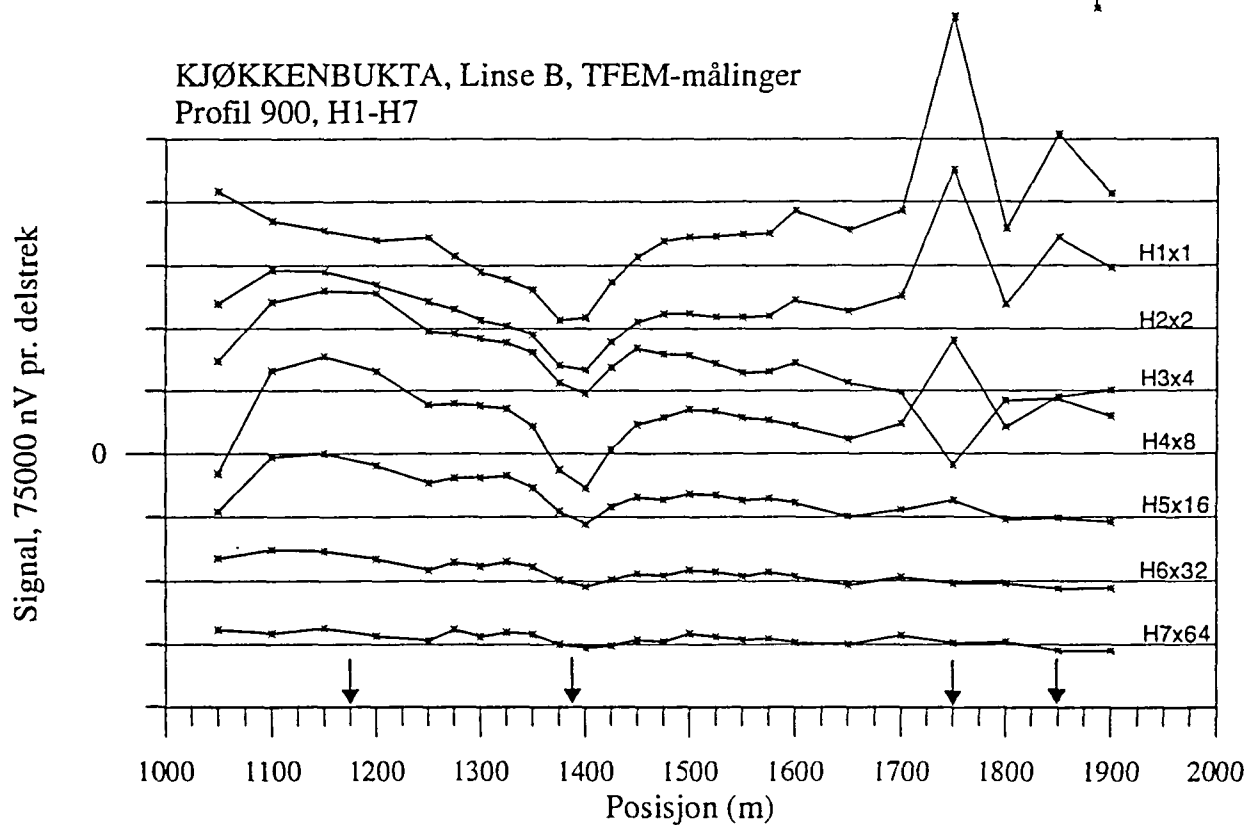
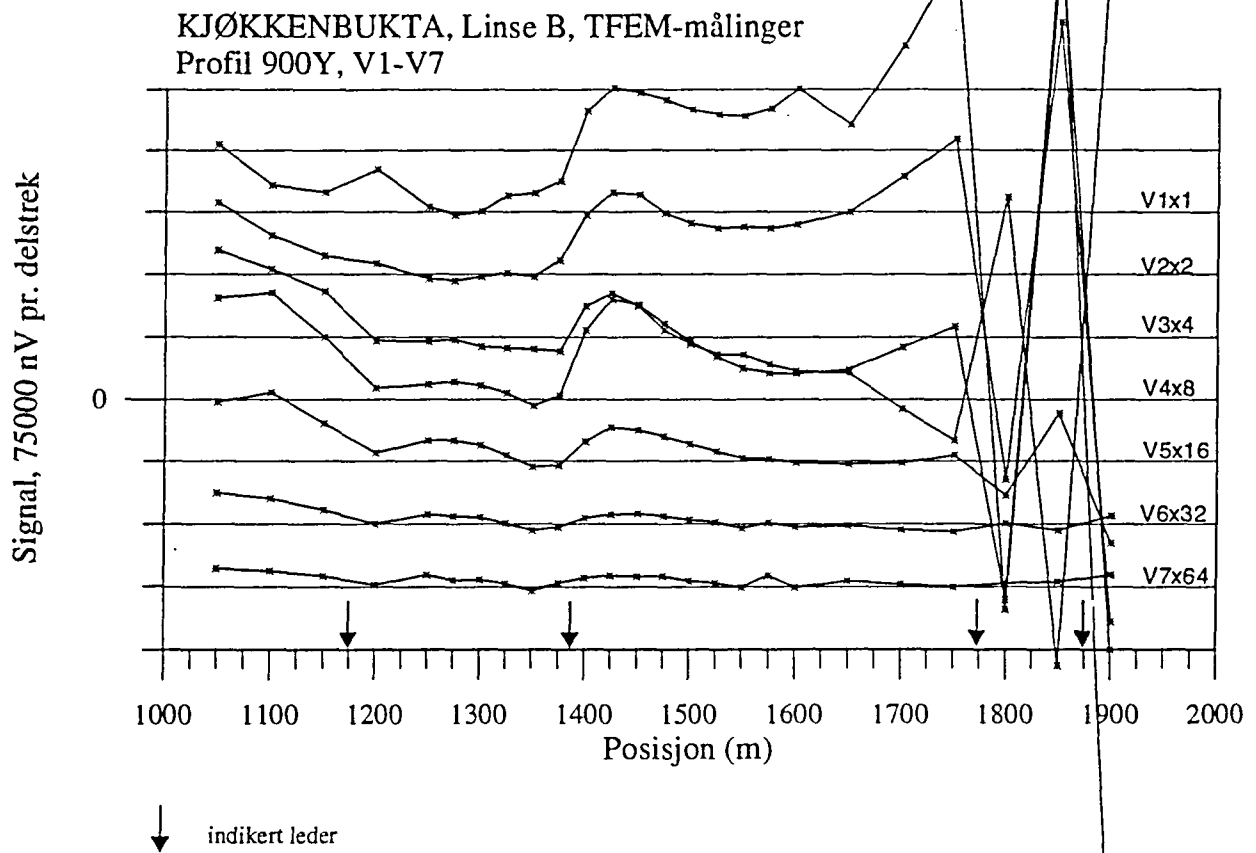
KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 800Y, Primærfelt



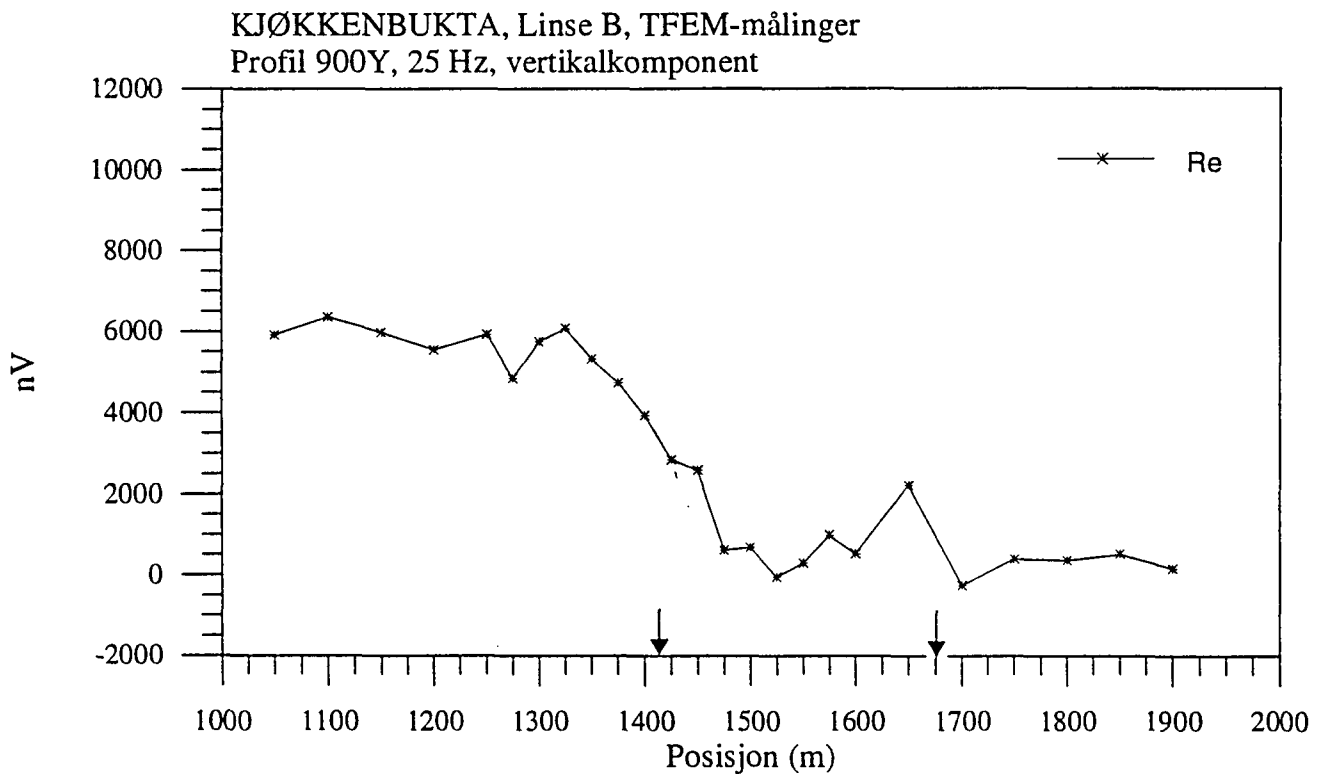
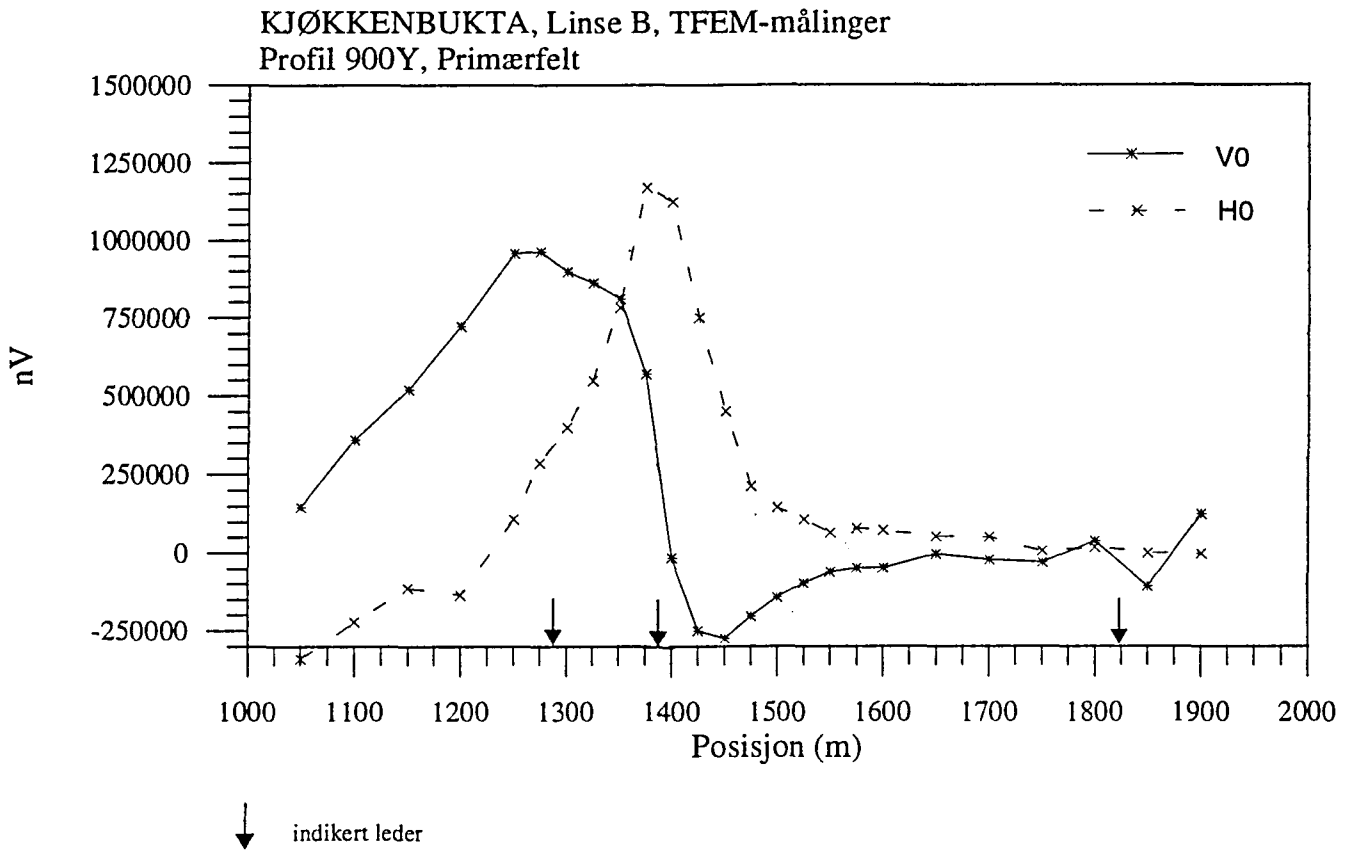
KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 800Y, 25 Hz, vertikalkomponent



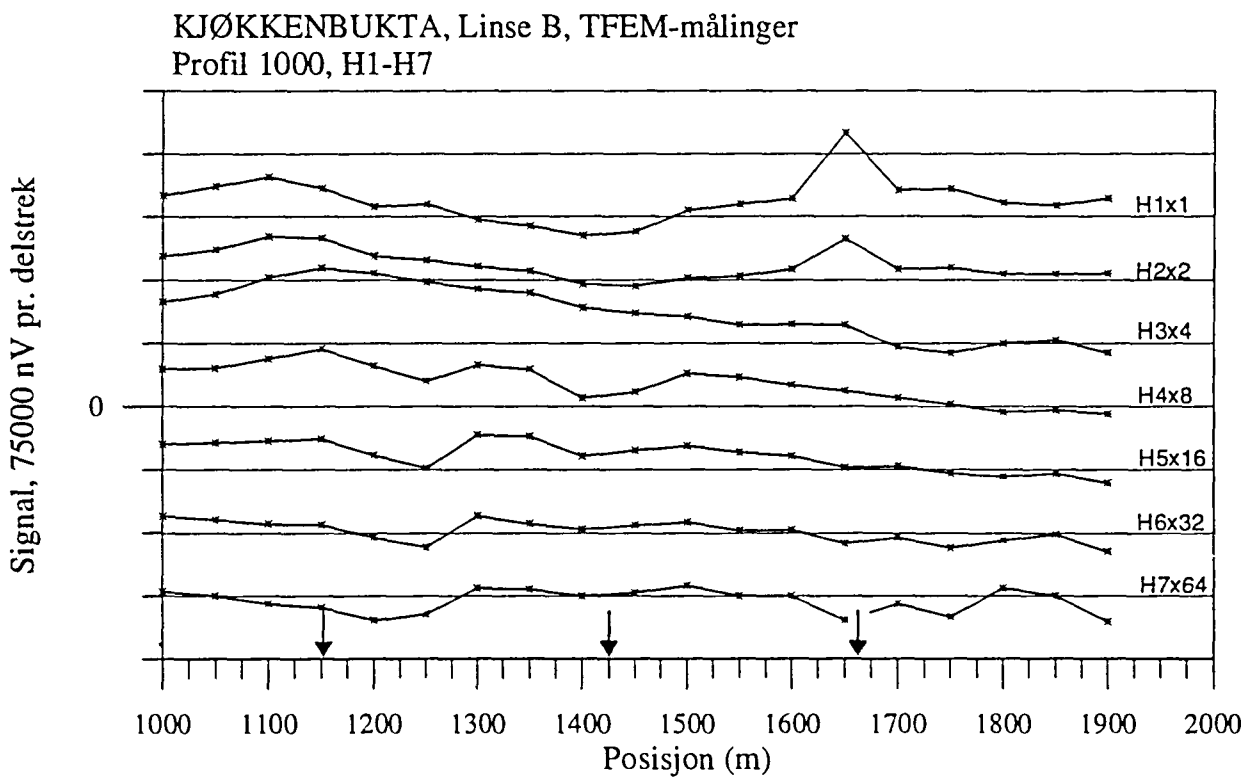
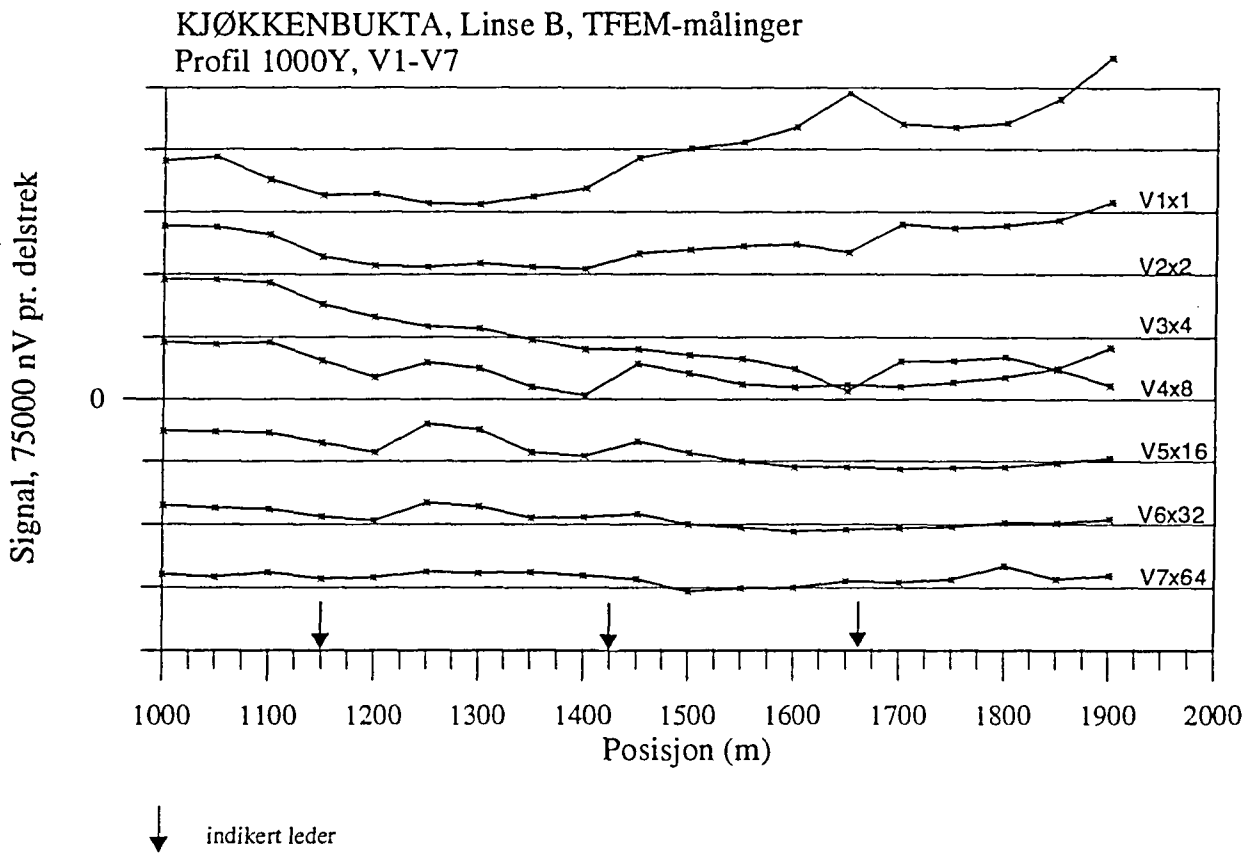
Figur 1.2 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomp. av 25 Hz, frekvensdomenet



Figur 1.3 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 900Y

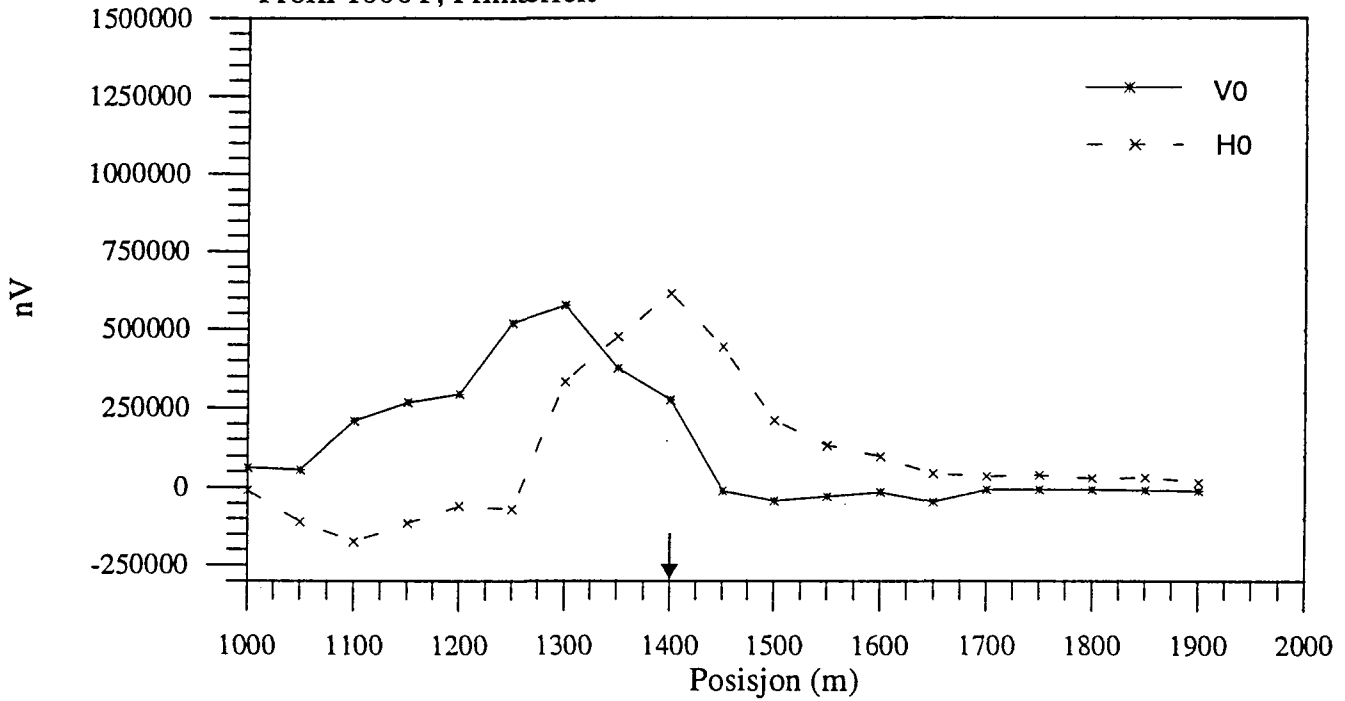


Figur 1.4 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet



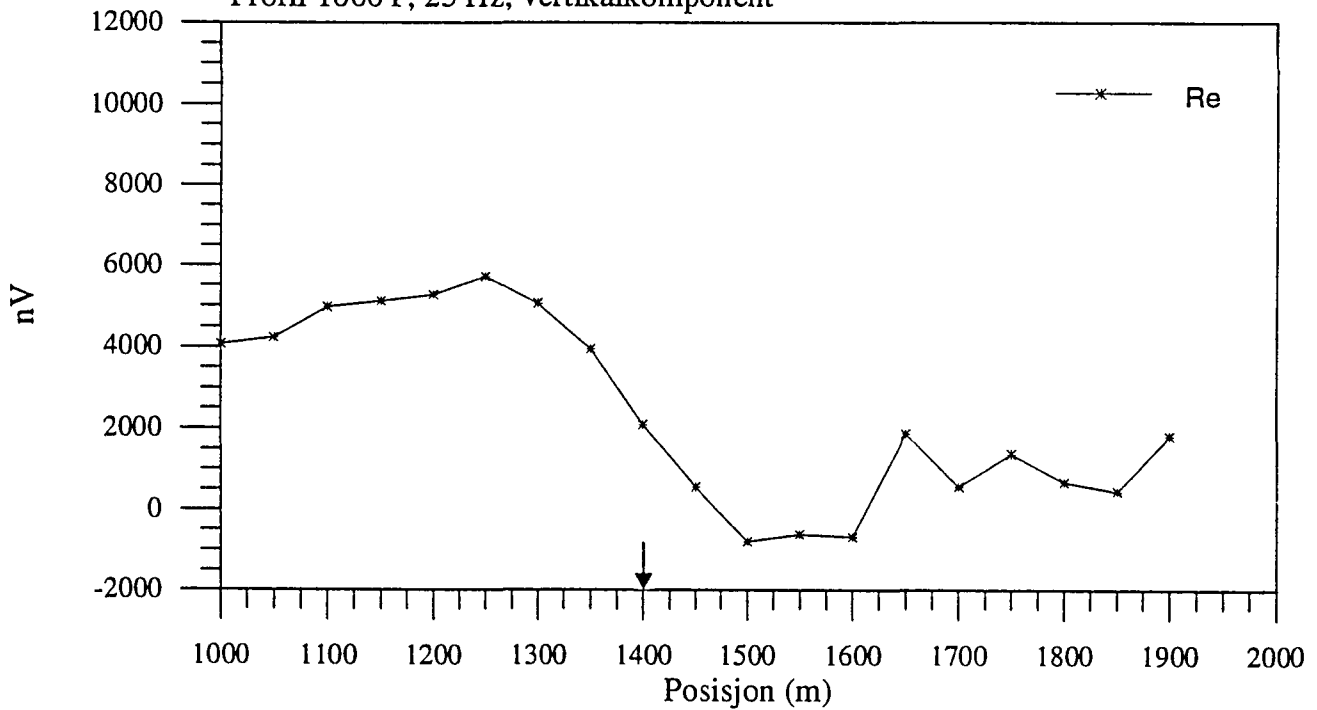
Figur 1.5 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1000Y

KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, Primærfelt



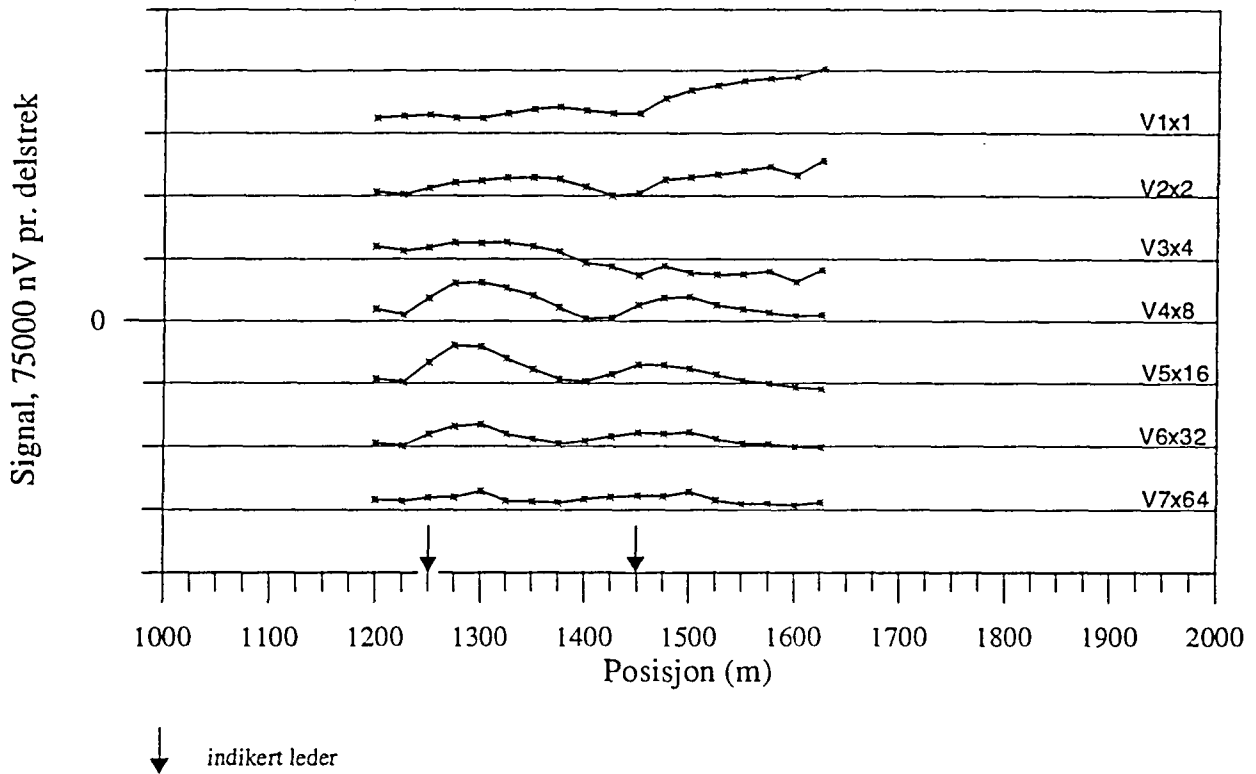
↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, 25 Hz, vertikalkomponent

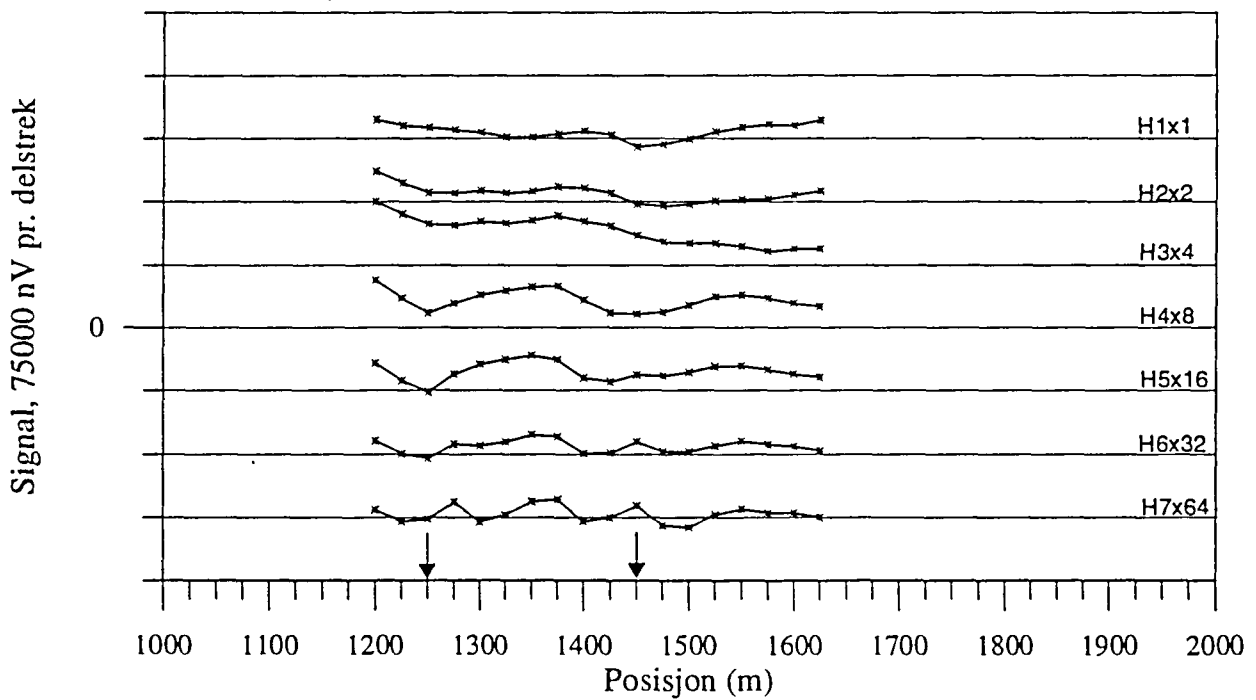


Figur 1.6 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1050Y, V1-V7



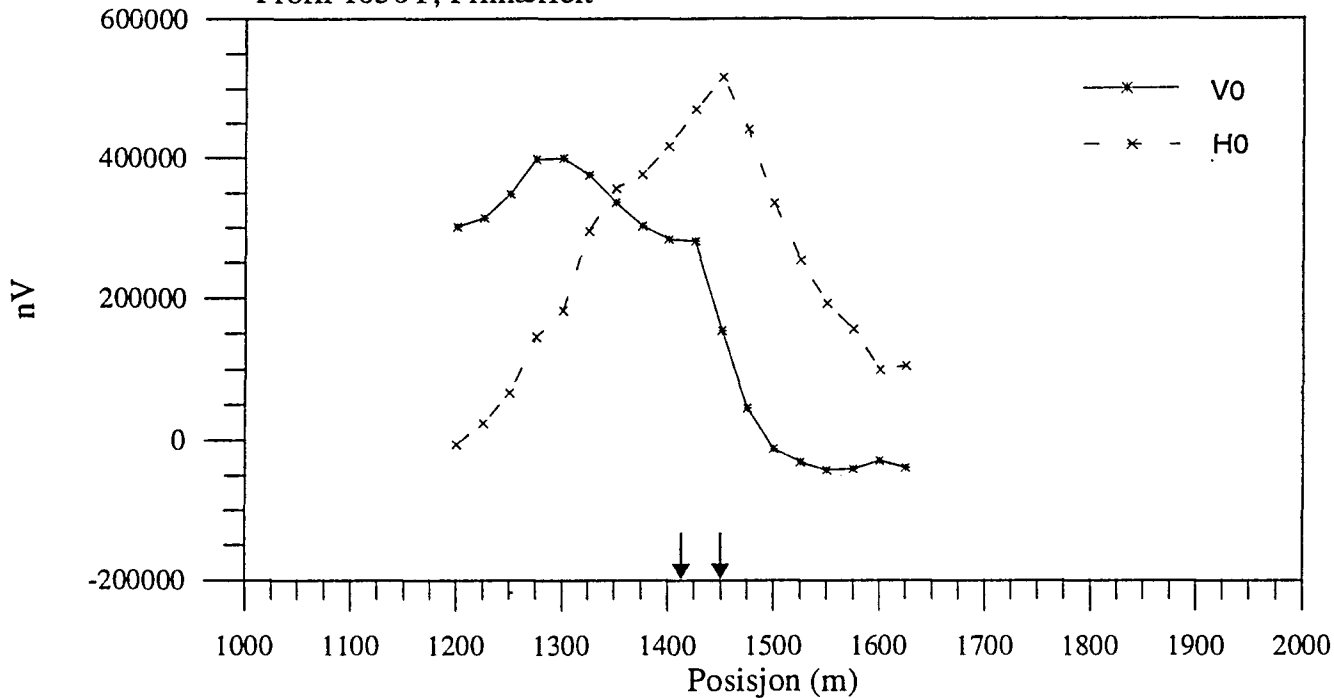
KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1050, H1-H7



Figur 1.7 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1050Y

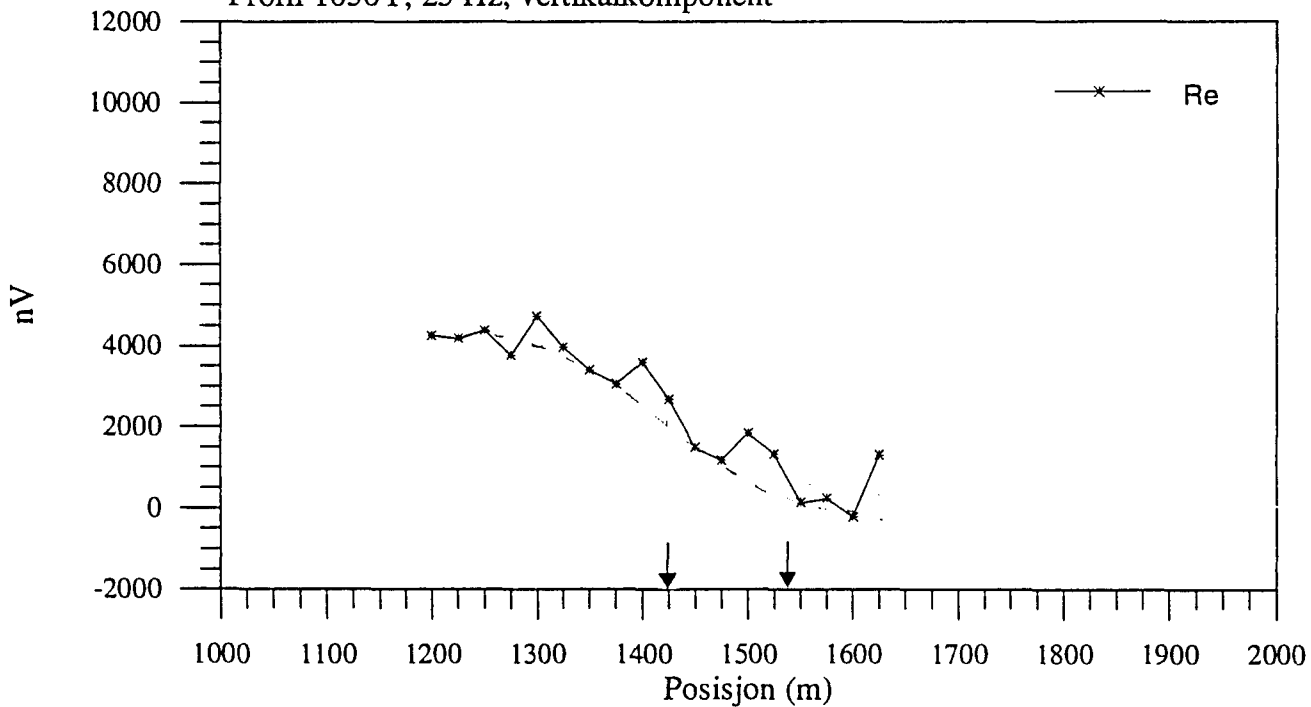


KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1050Y, Primærfelt



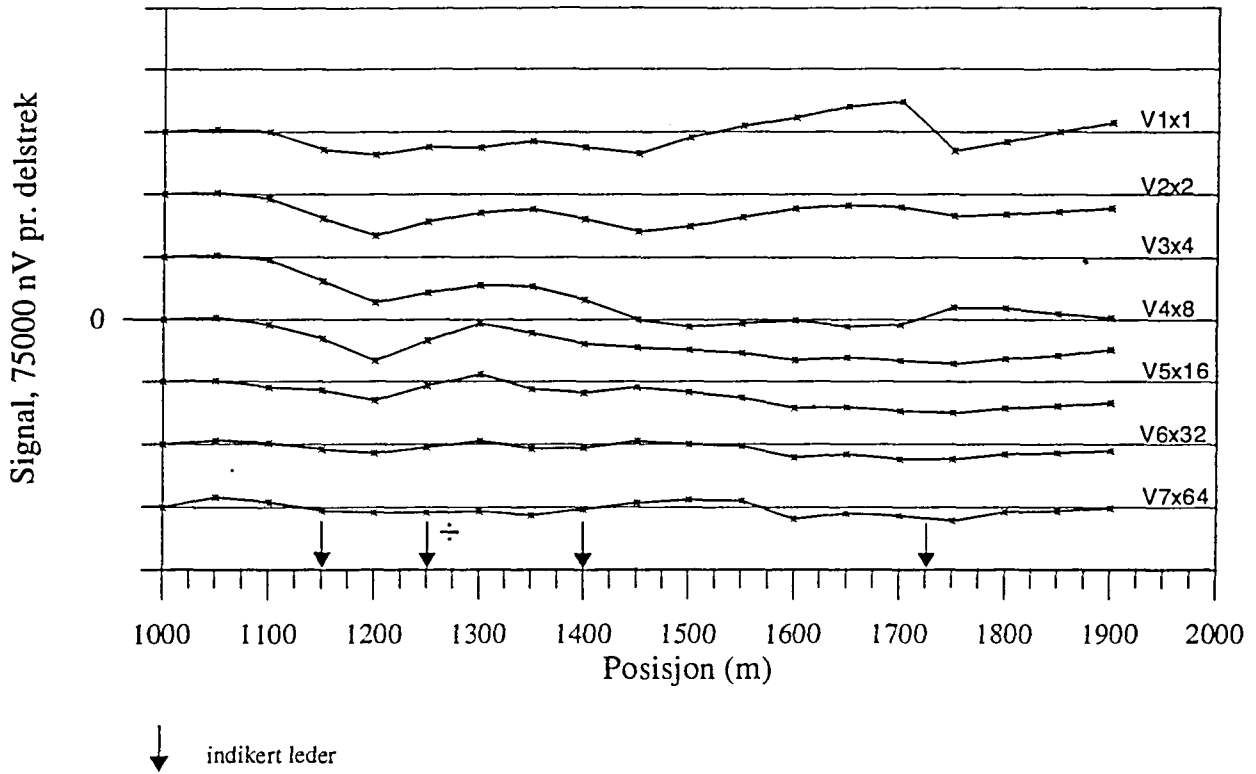
↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1050Y, 25 Hz, vertikalkomponent

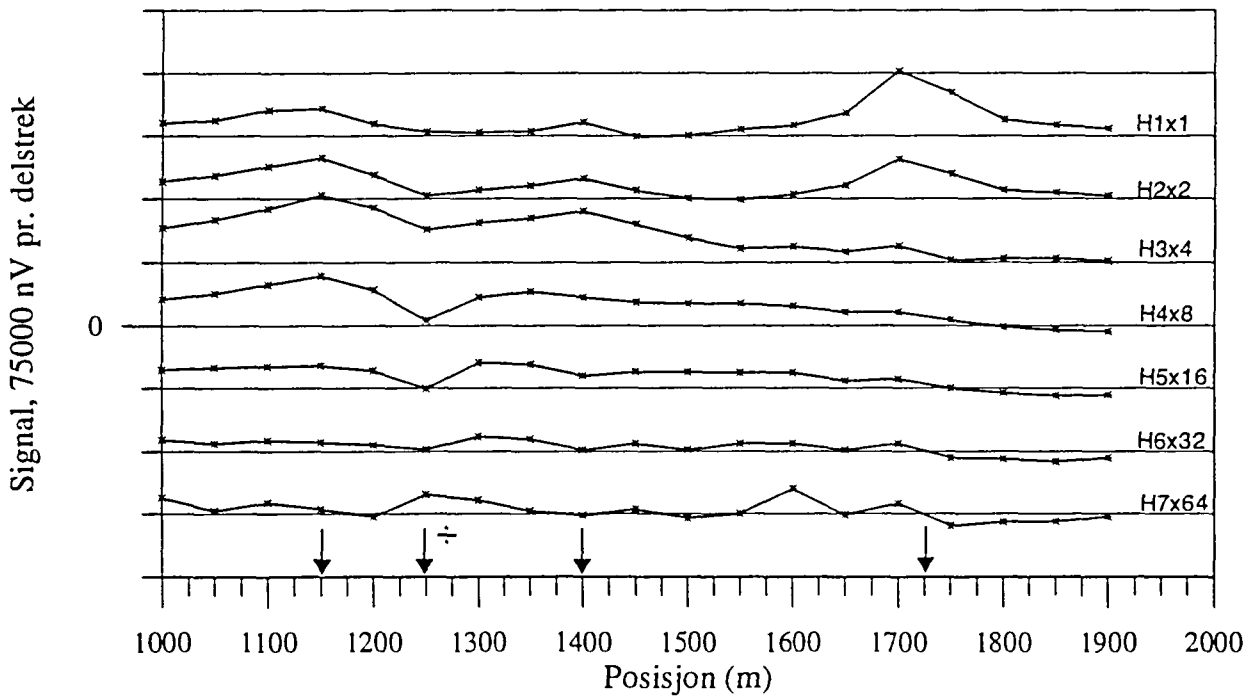


Figur 1.8 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

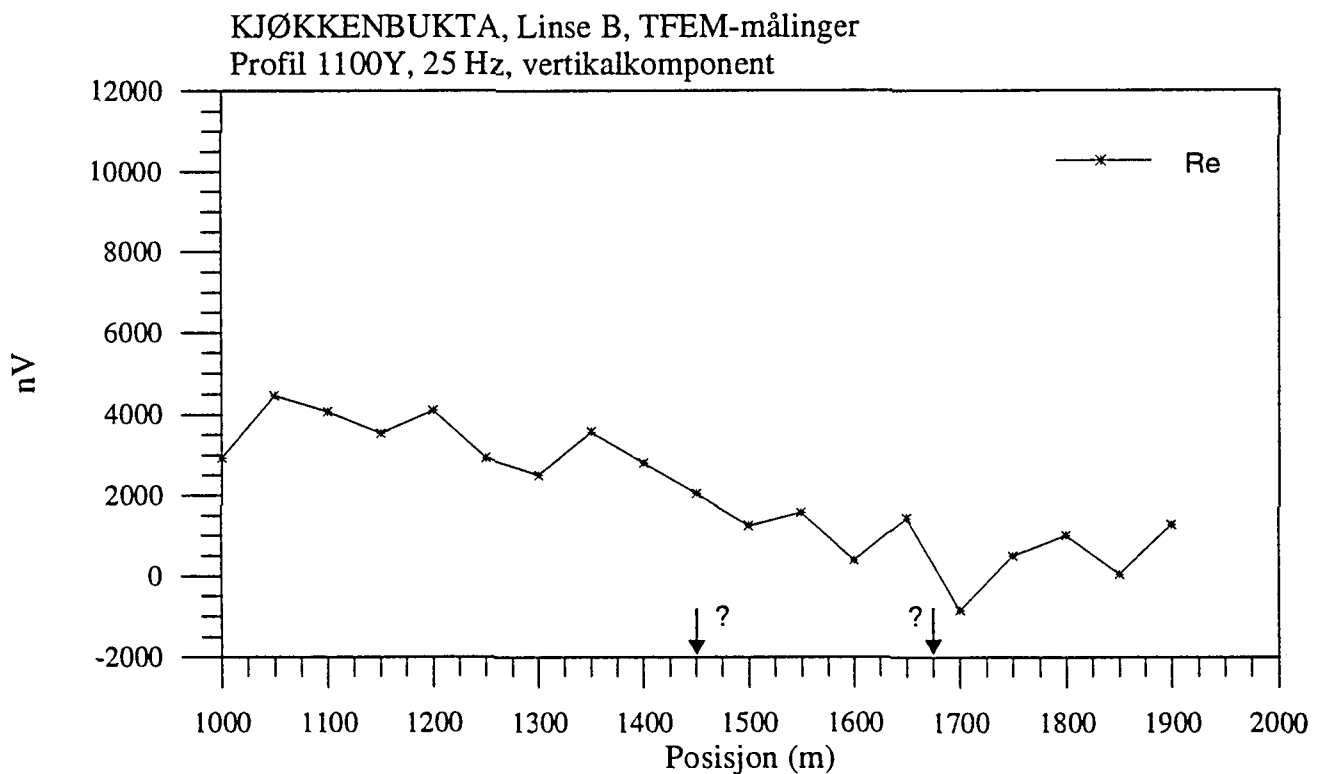
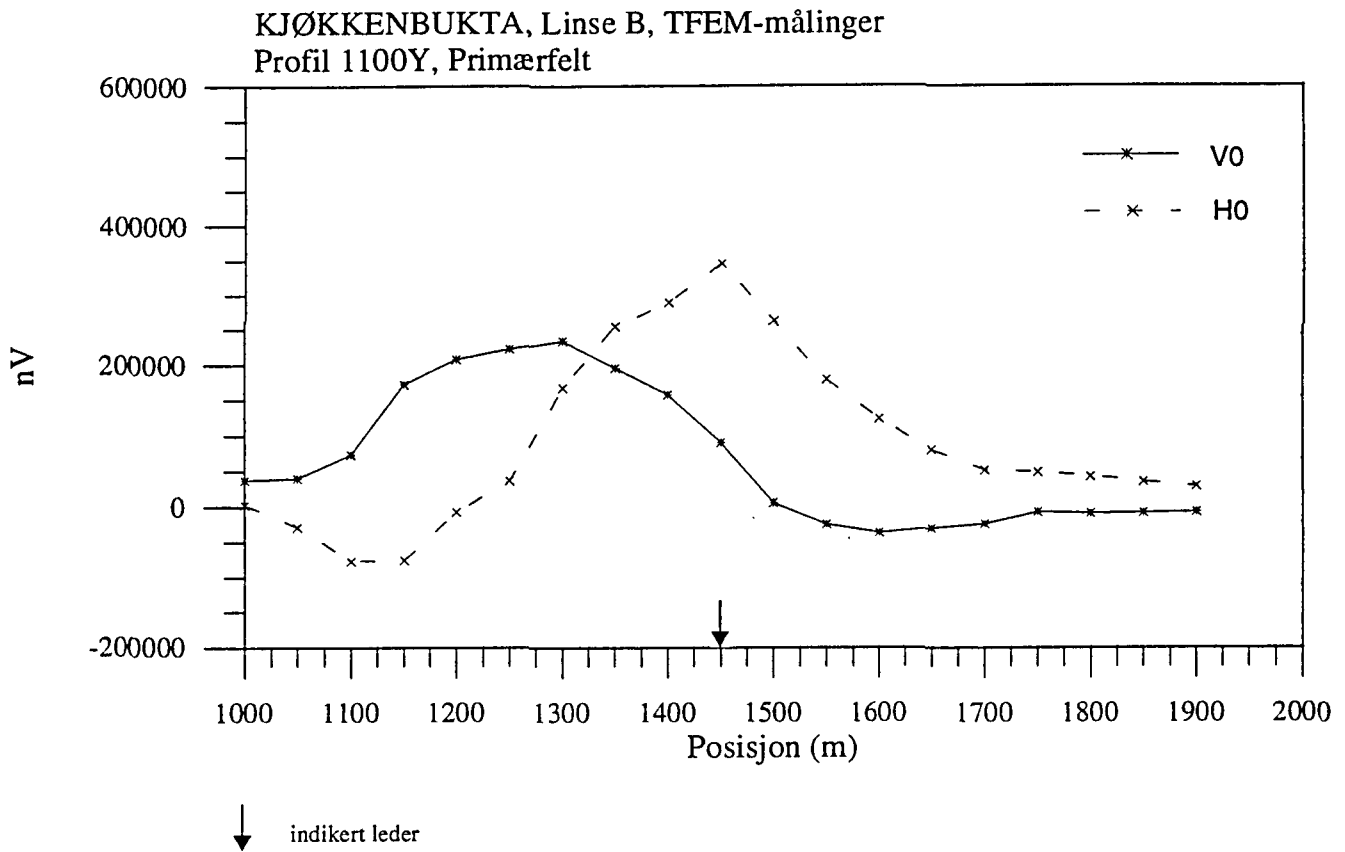
KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1100Y, V1-V7



KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1100, H1-H7

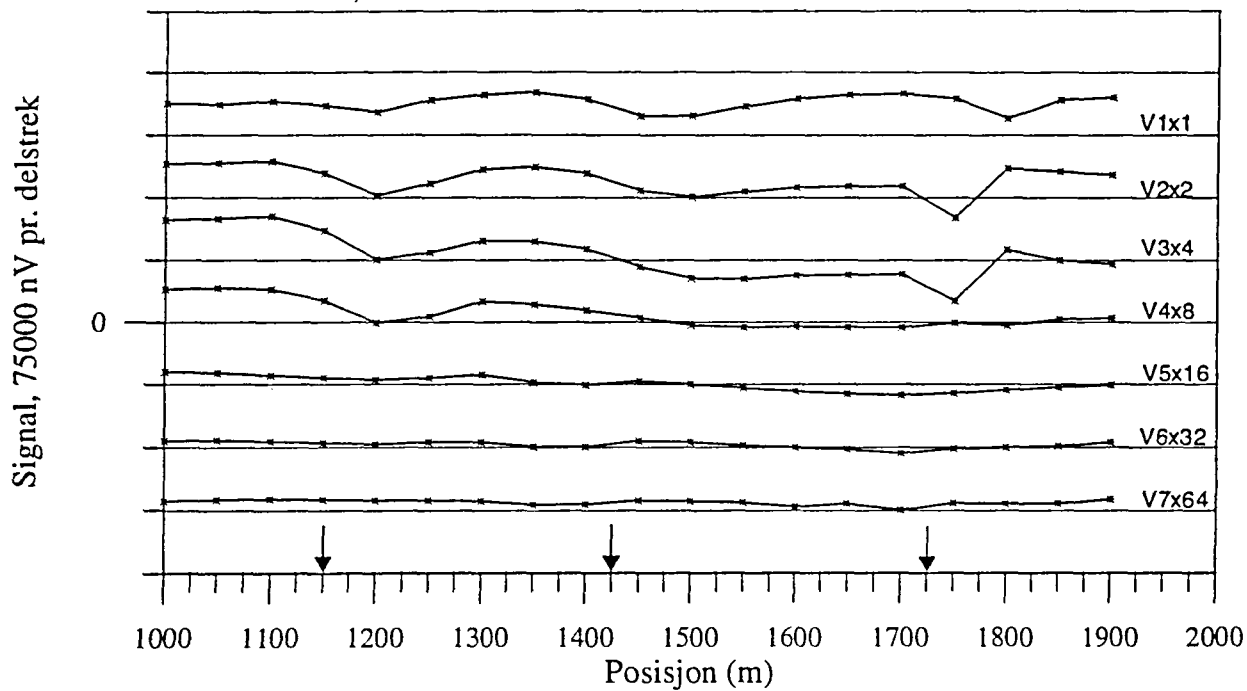


Figur 1.9 vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1100Y



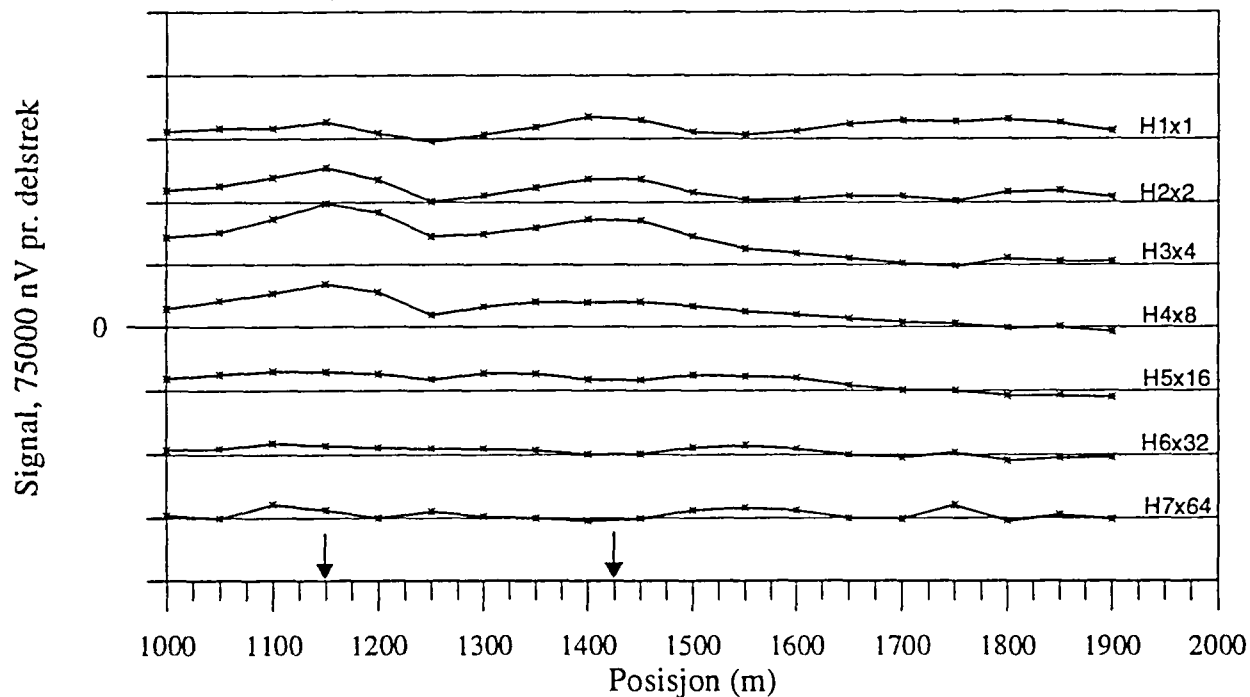
Figur 1.10 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, V1-V7

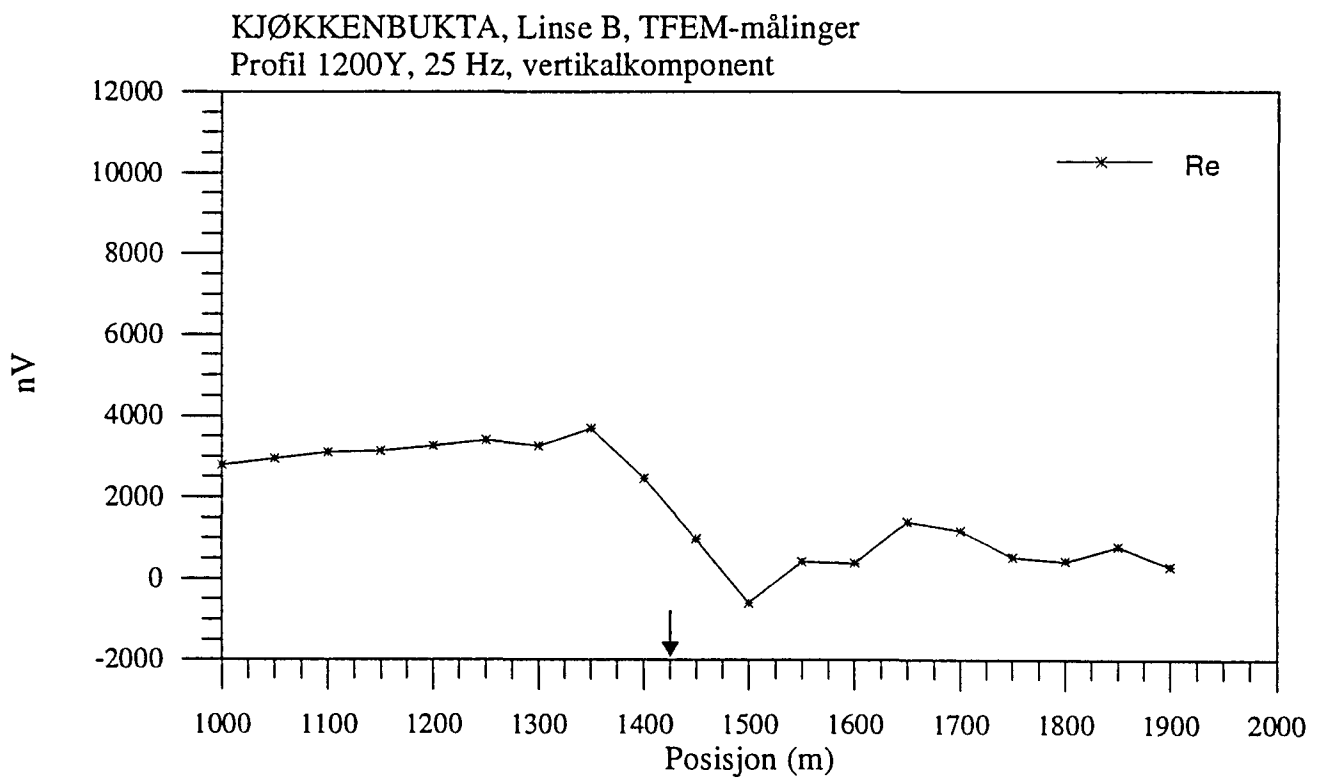
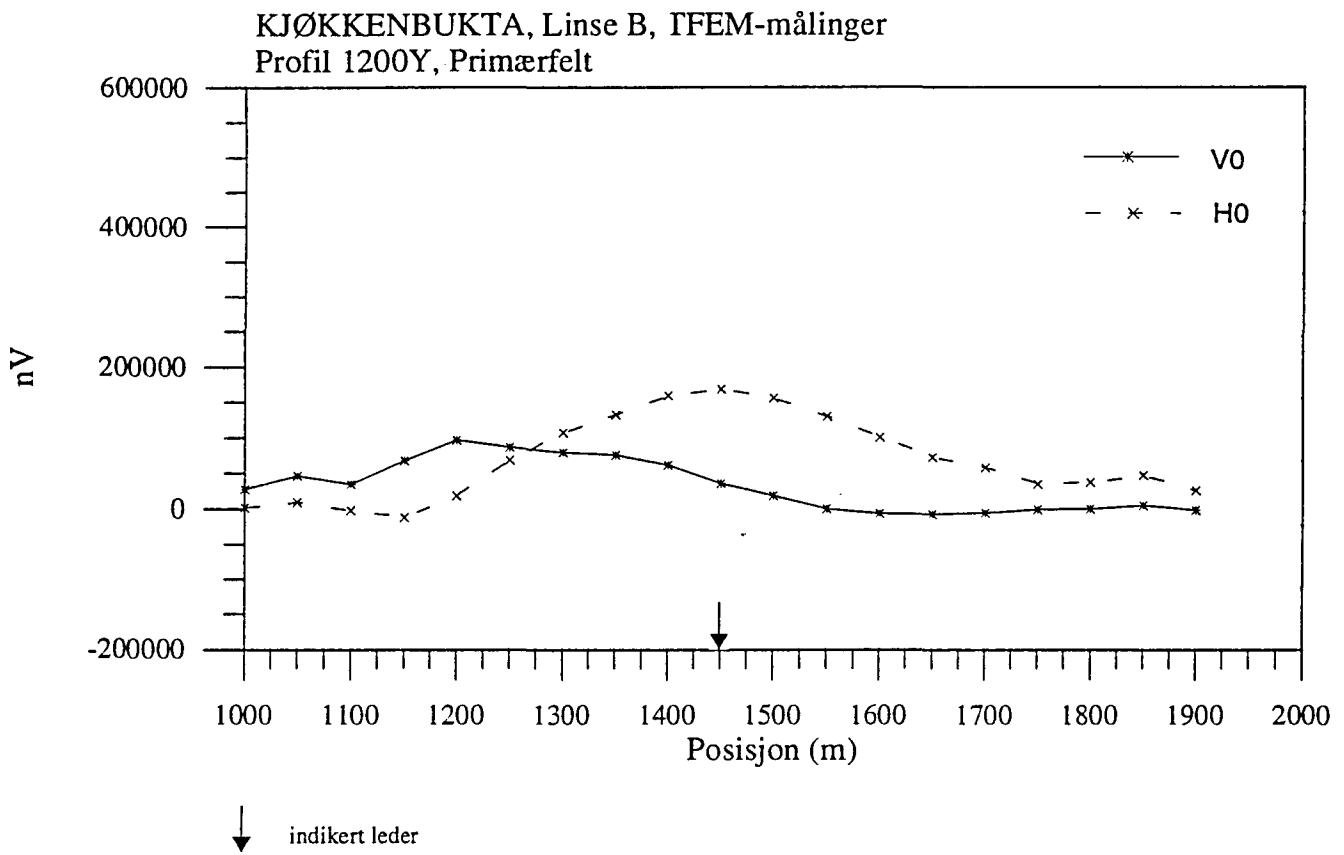


↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1200, H1-H7

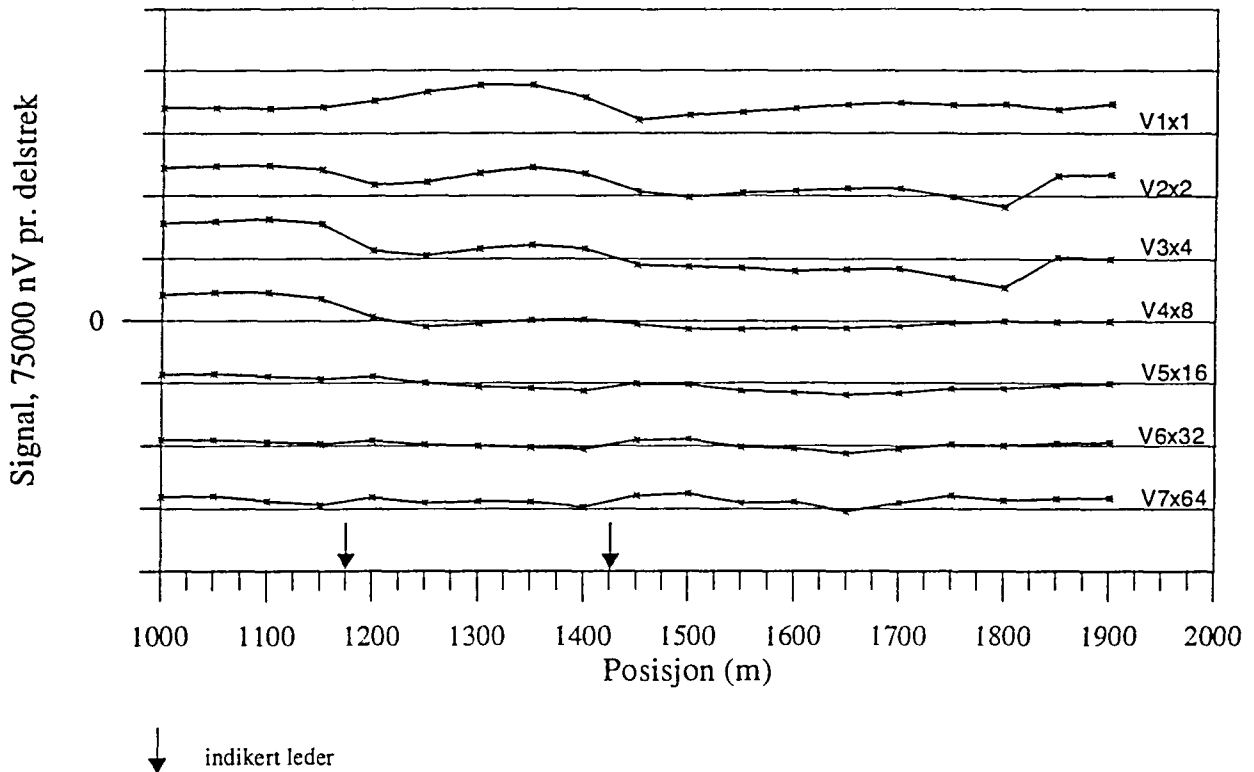


Figur 1.11 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1200Y

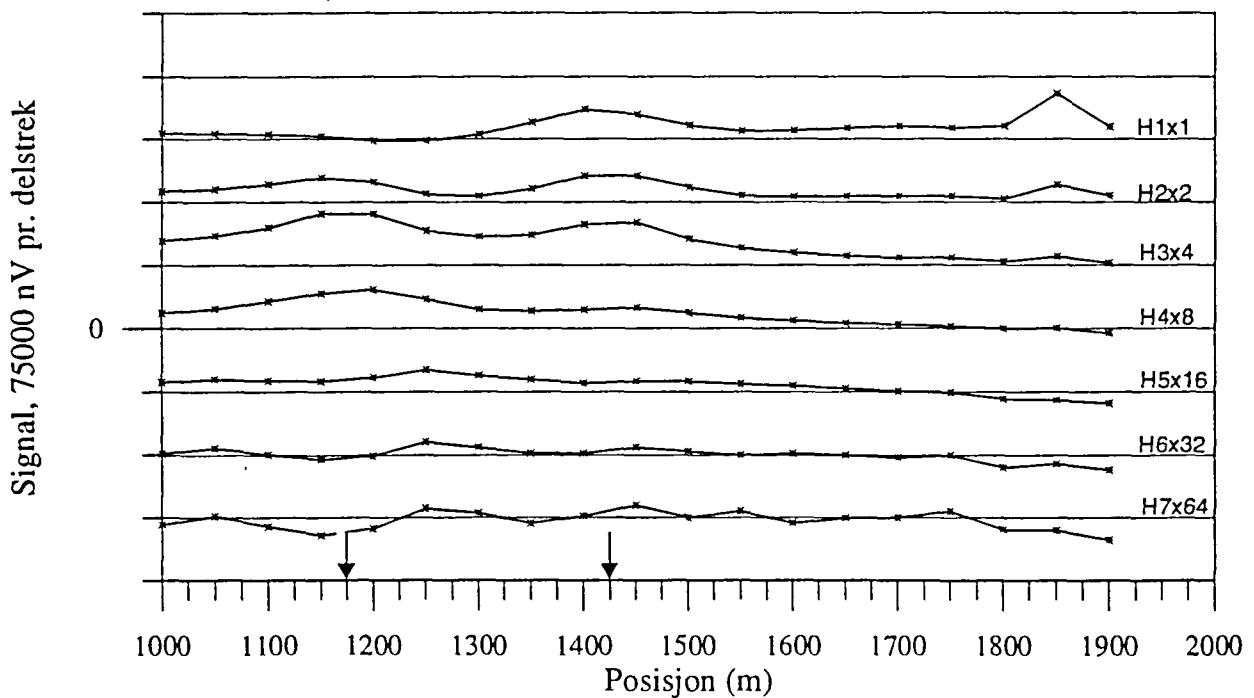


Figur 1.12 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

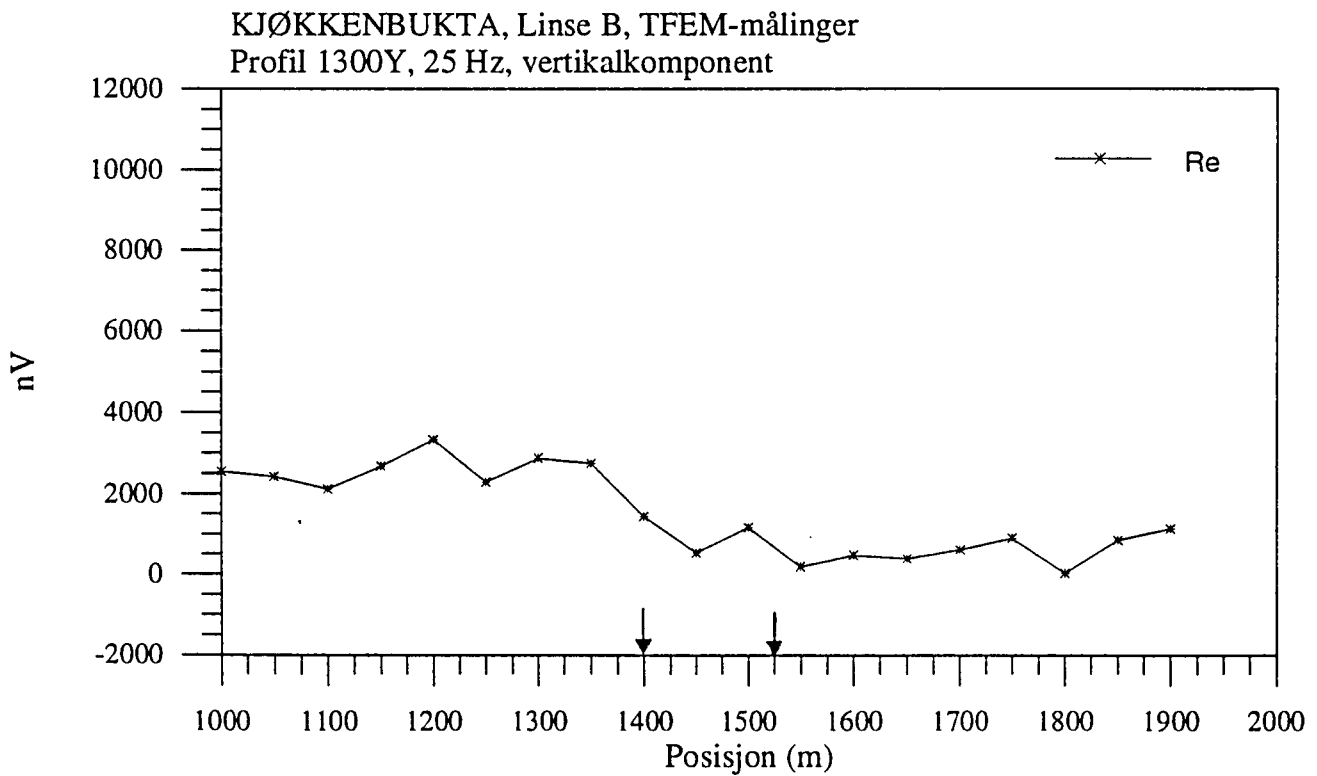
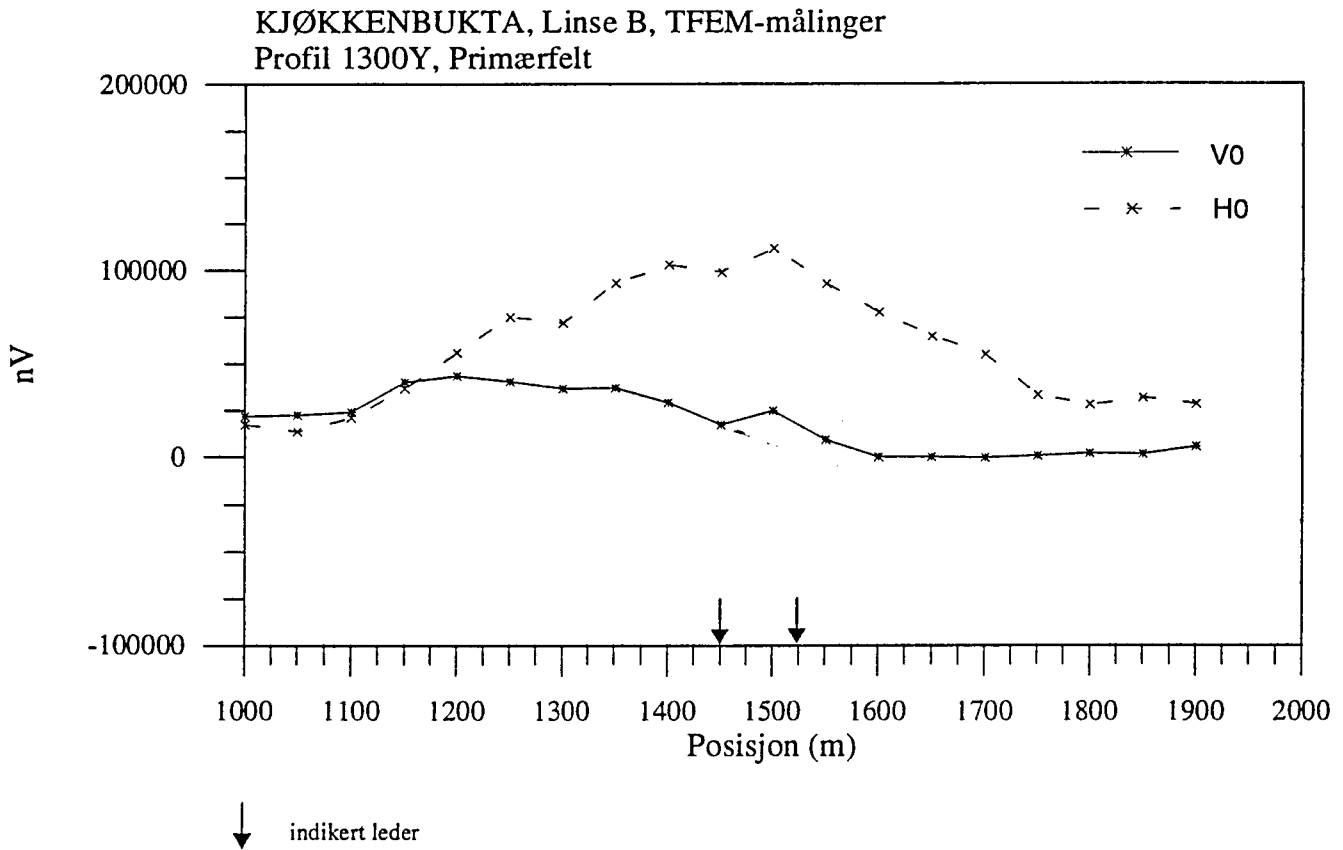
KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1300Y, V1-V7



KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1300, H1-H7

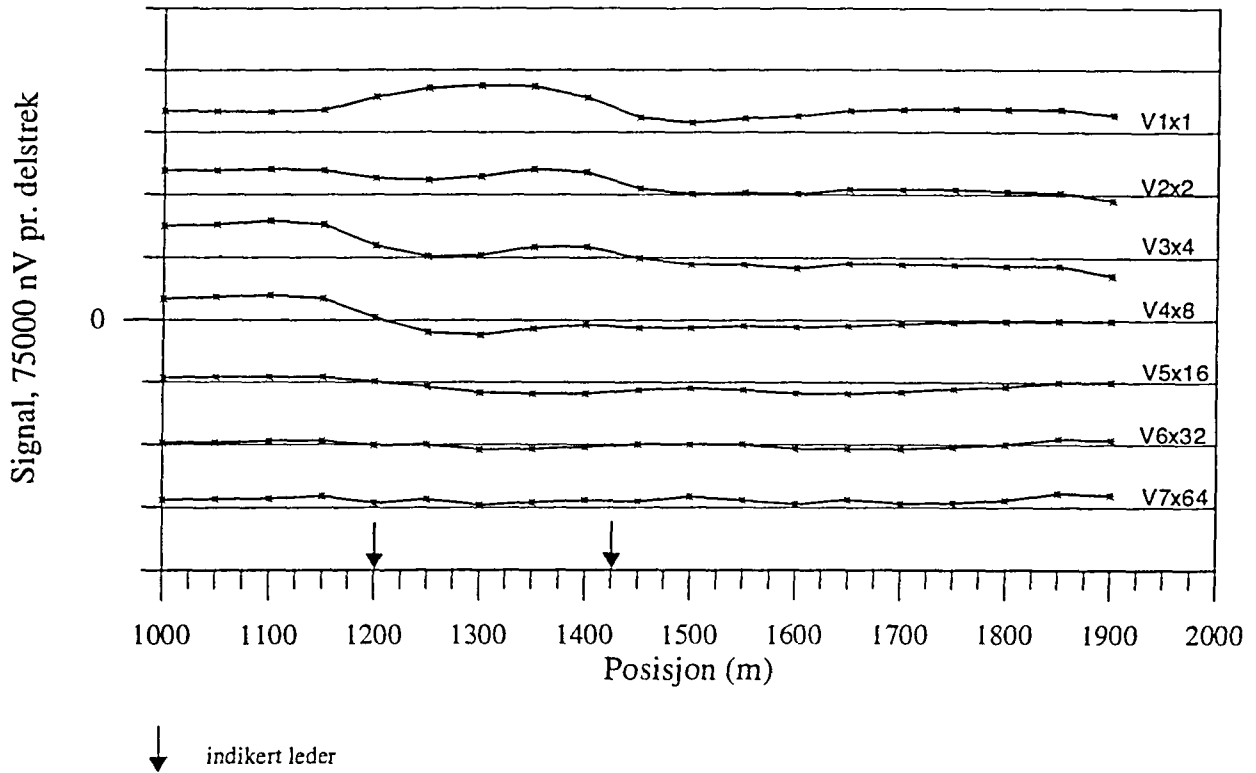


Figur 1.13 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1300Y

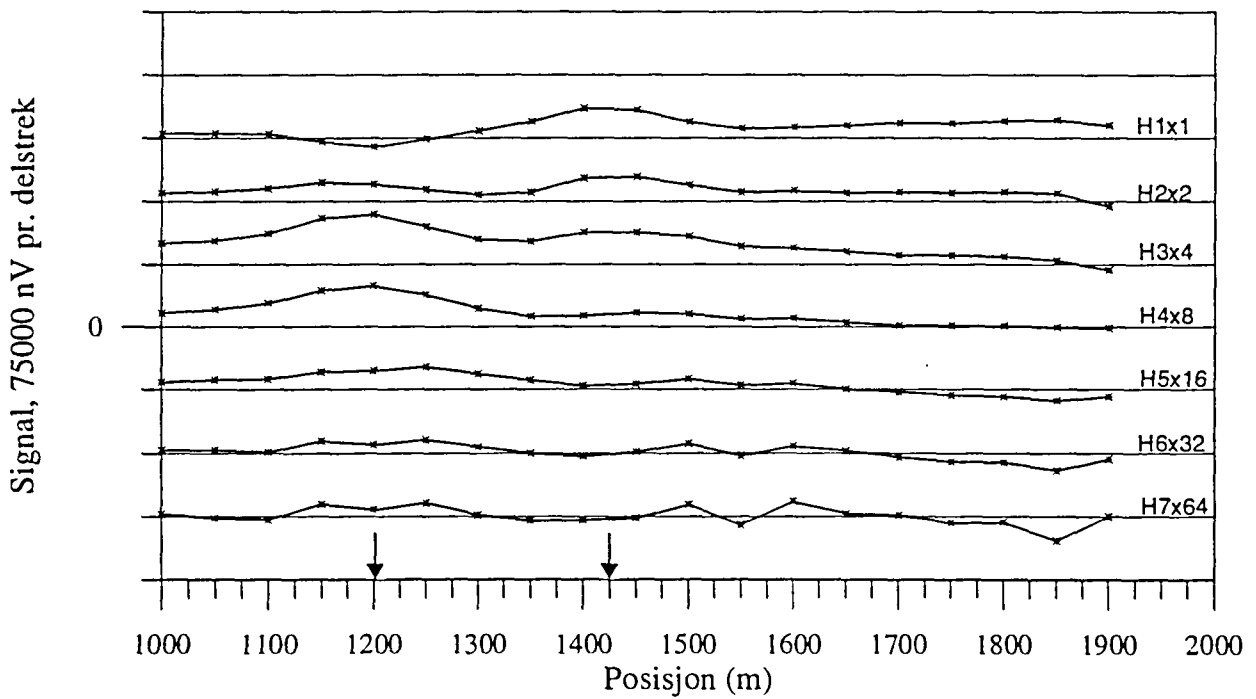


Figur 1.14 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1400Y, V1-V7

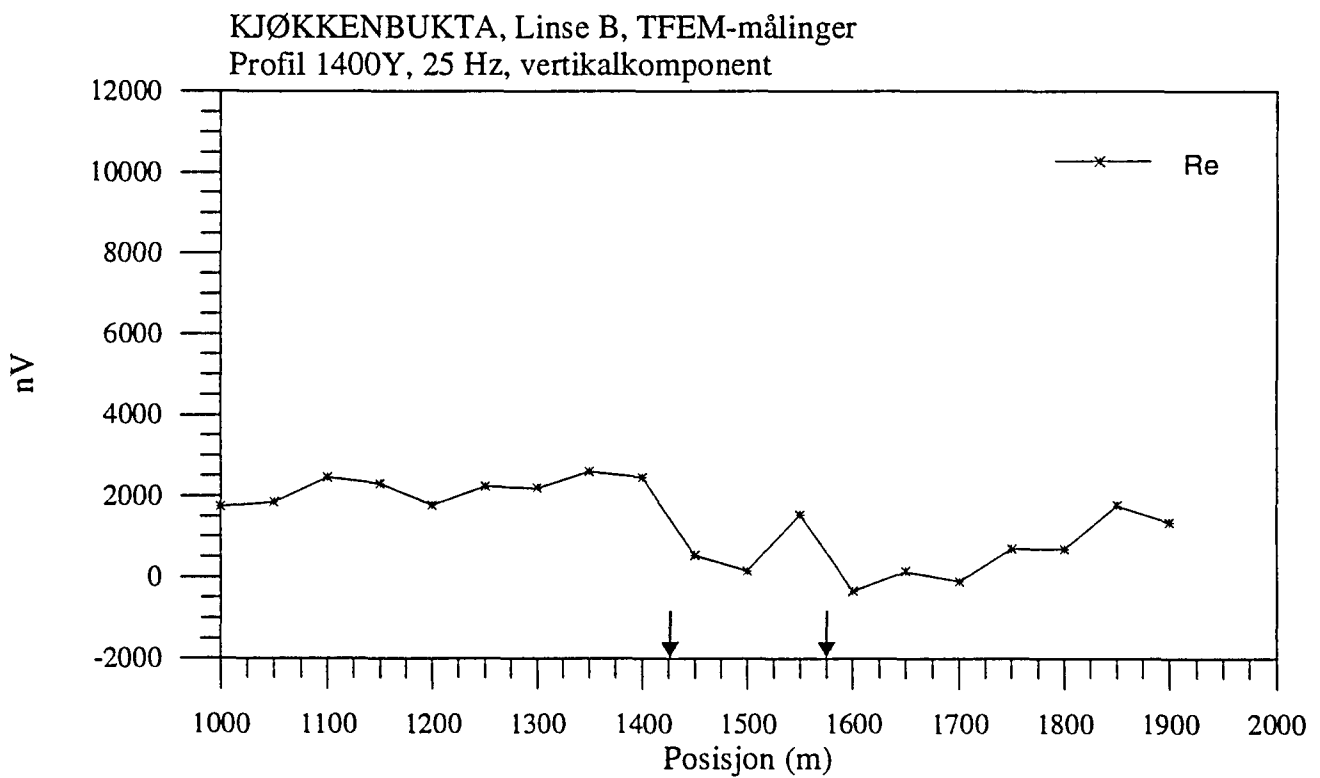
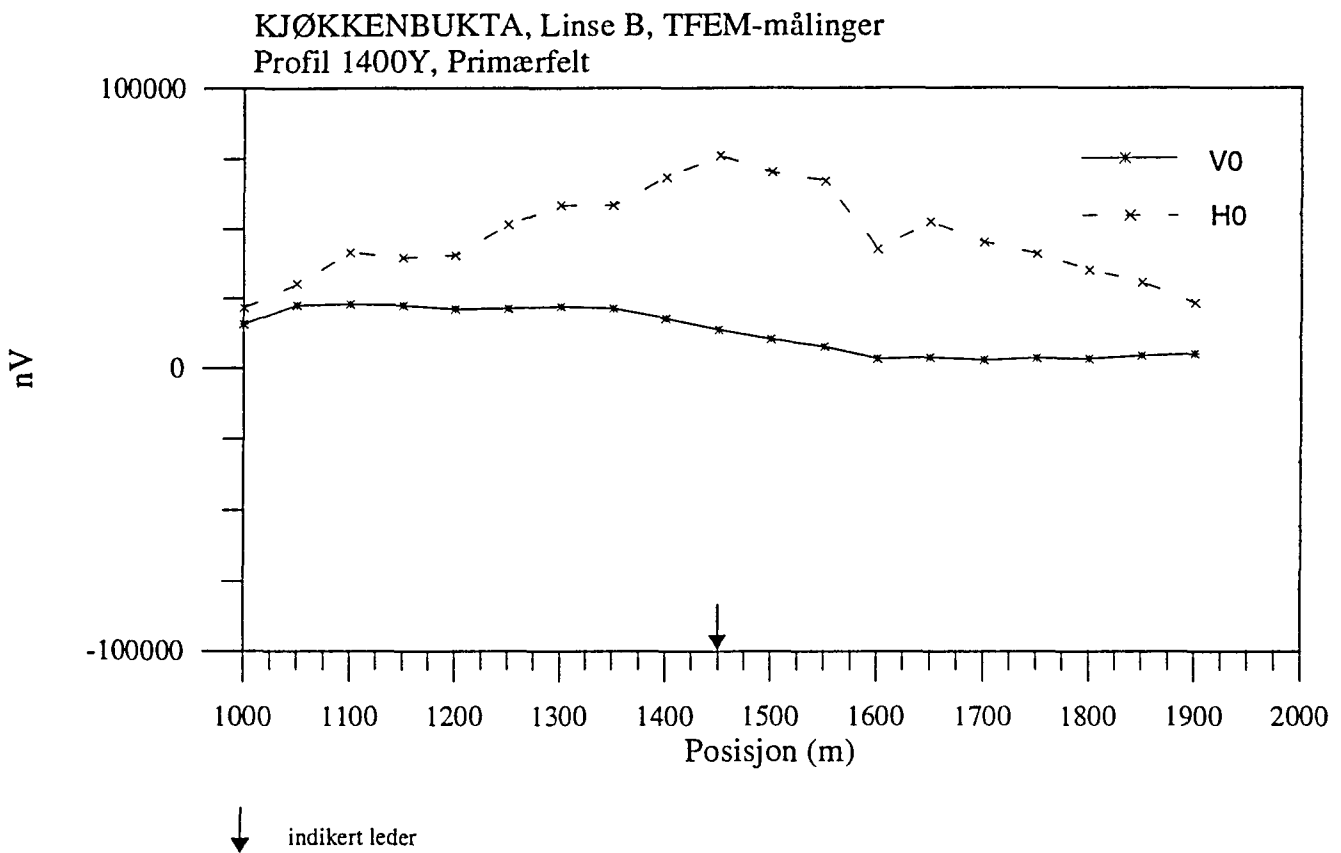


KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1400, H1-H7



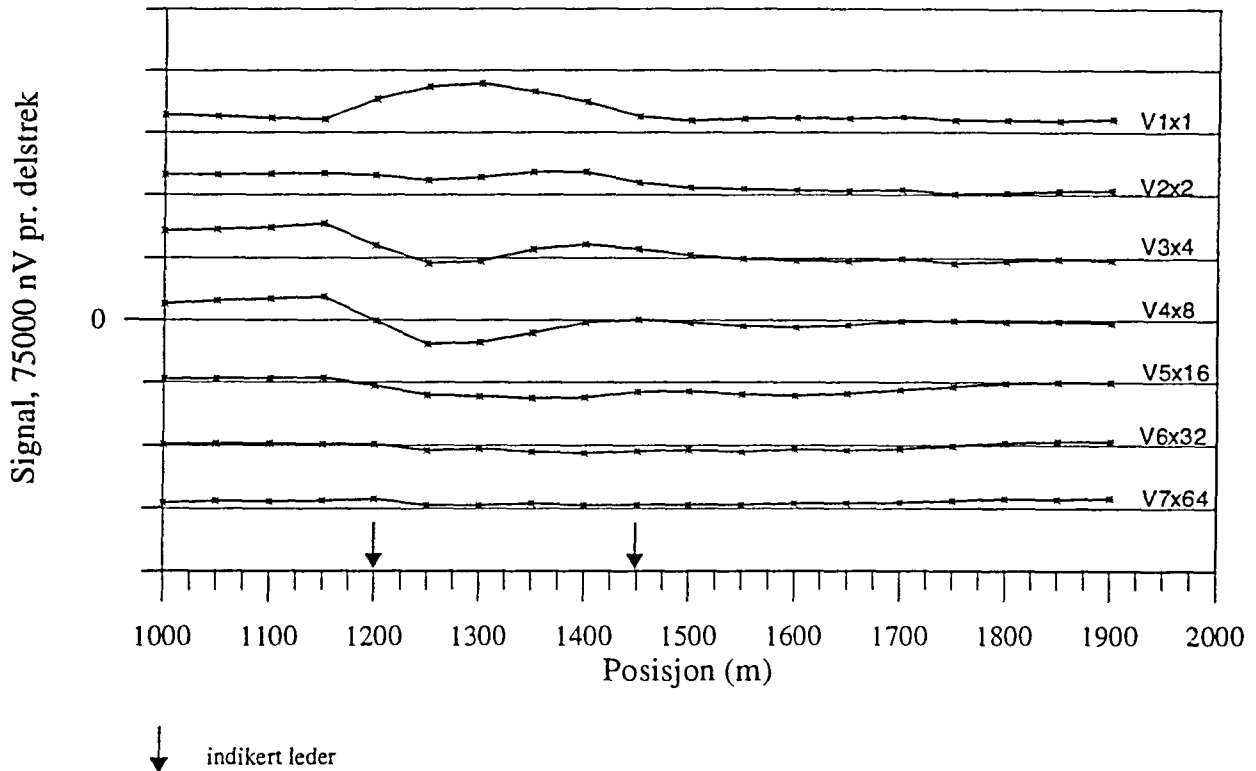
Figur 1.15 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1400Y



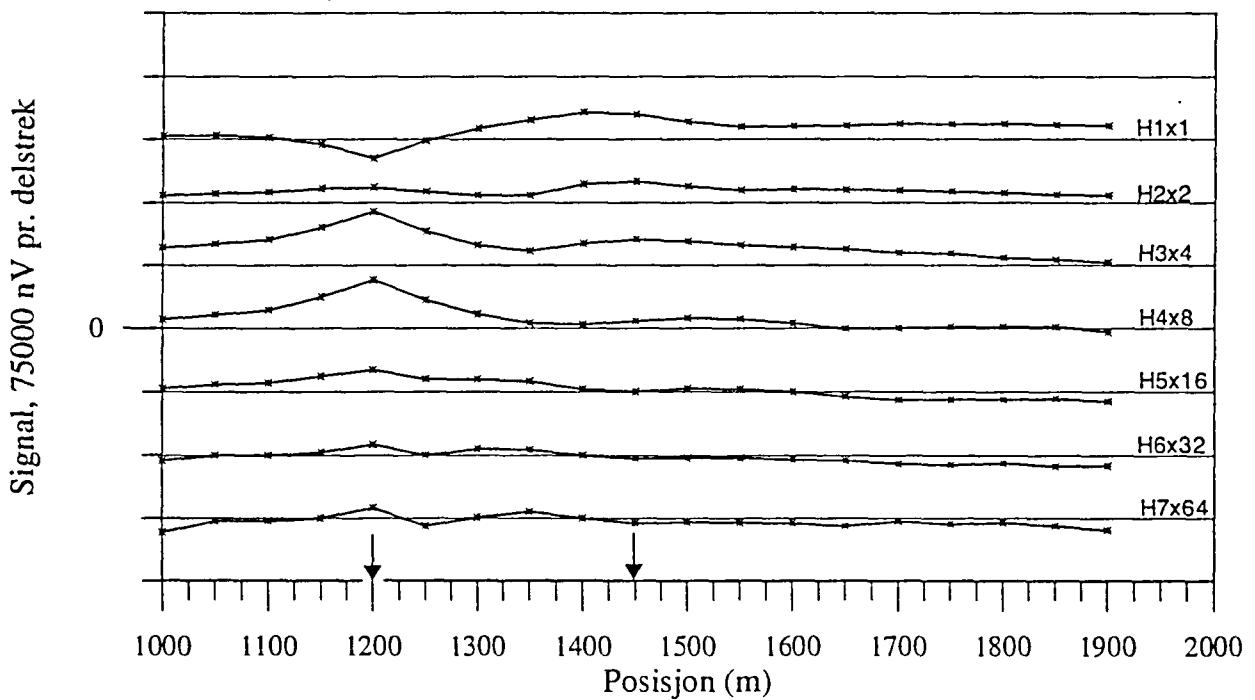


Figur 1.16 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

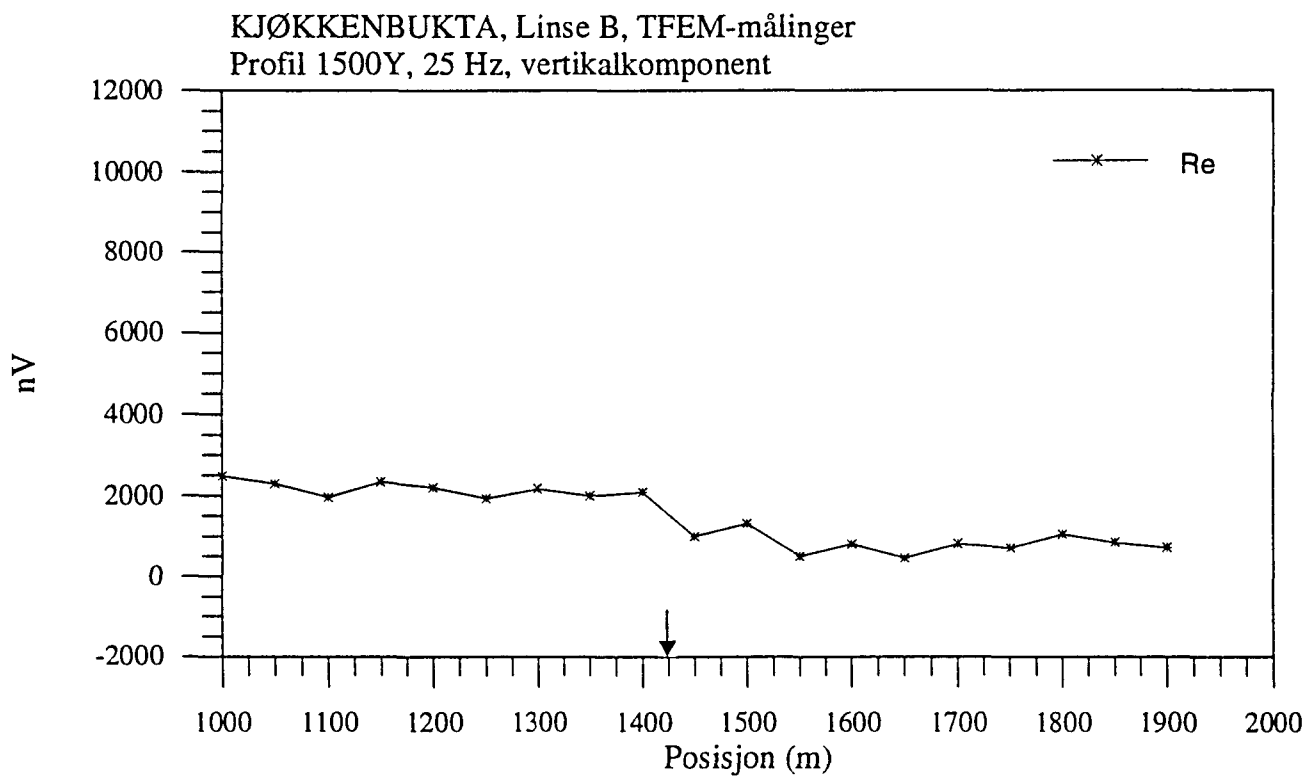
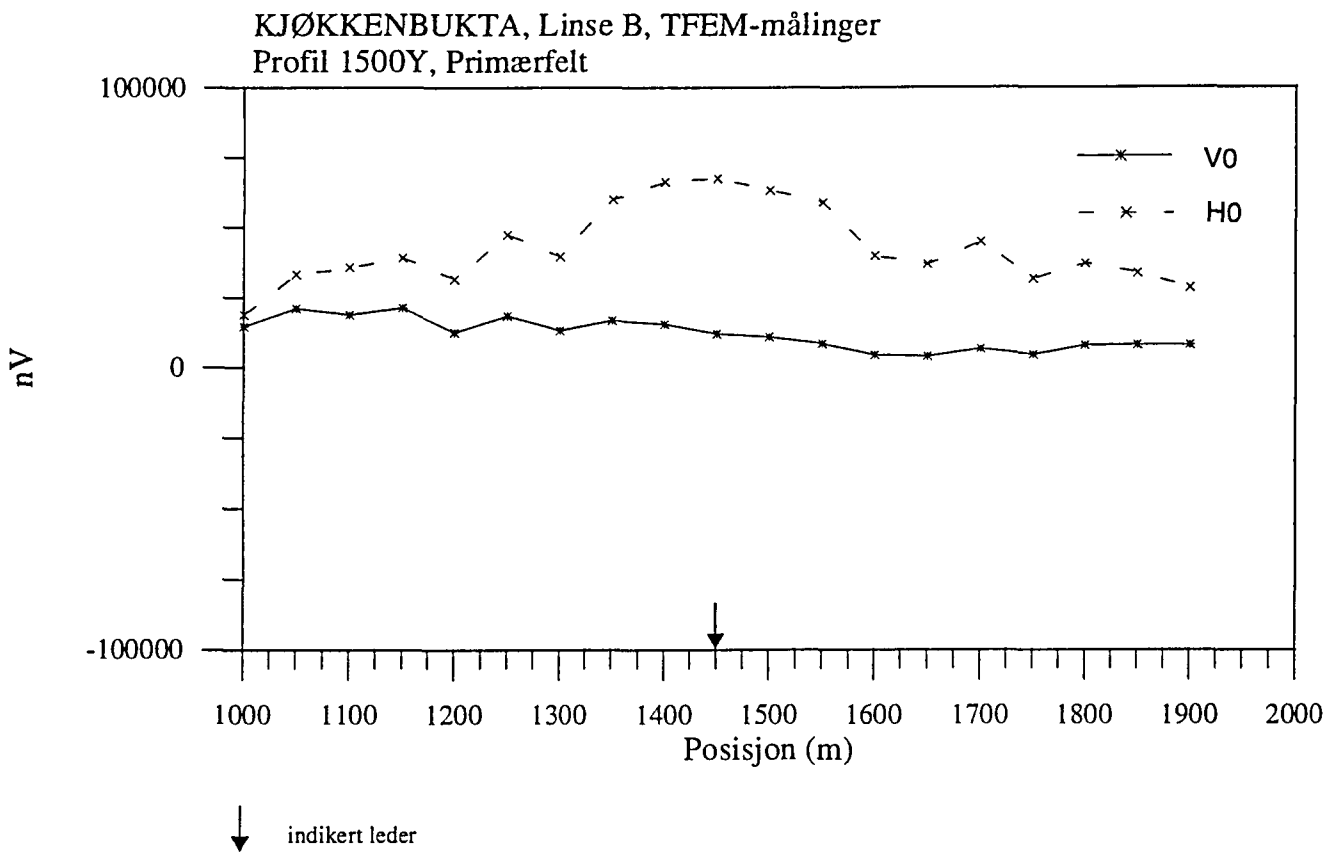
KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1500Y, V1-V7



KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1500, H1-H7



Figur 1.17 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1500Y

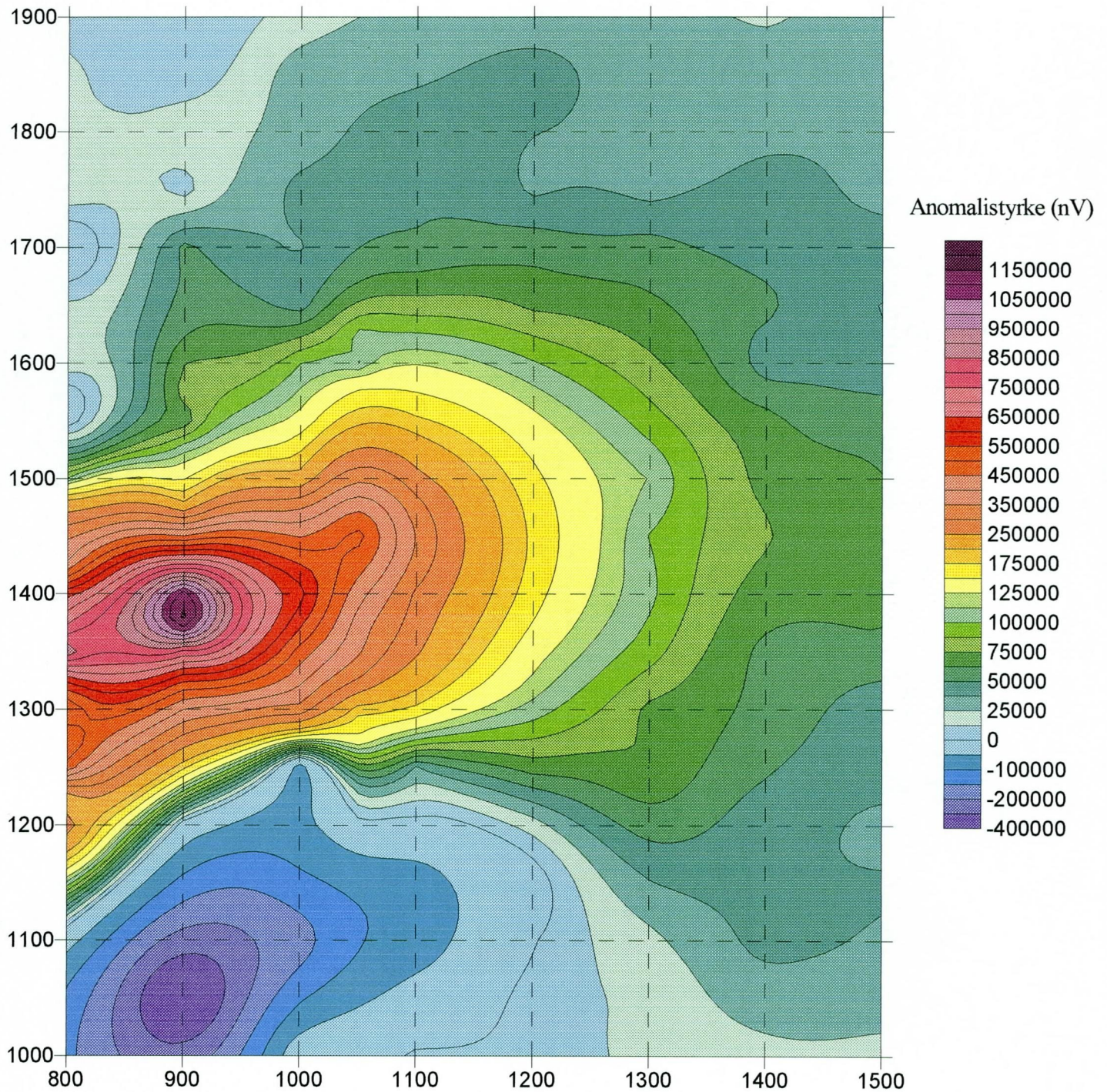


Figur 1.18 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet



# KJØKKENBUKTA, jording i linse B

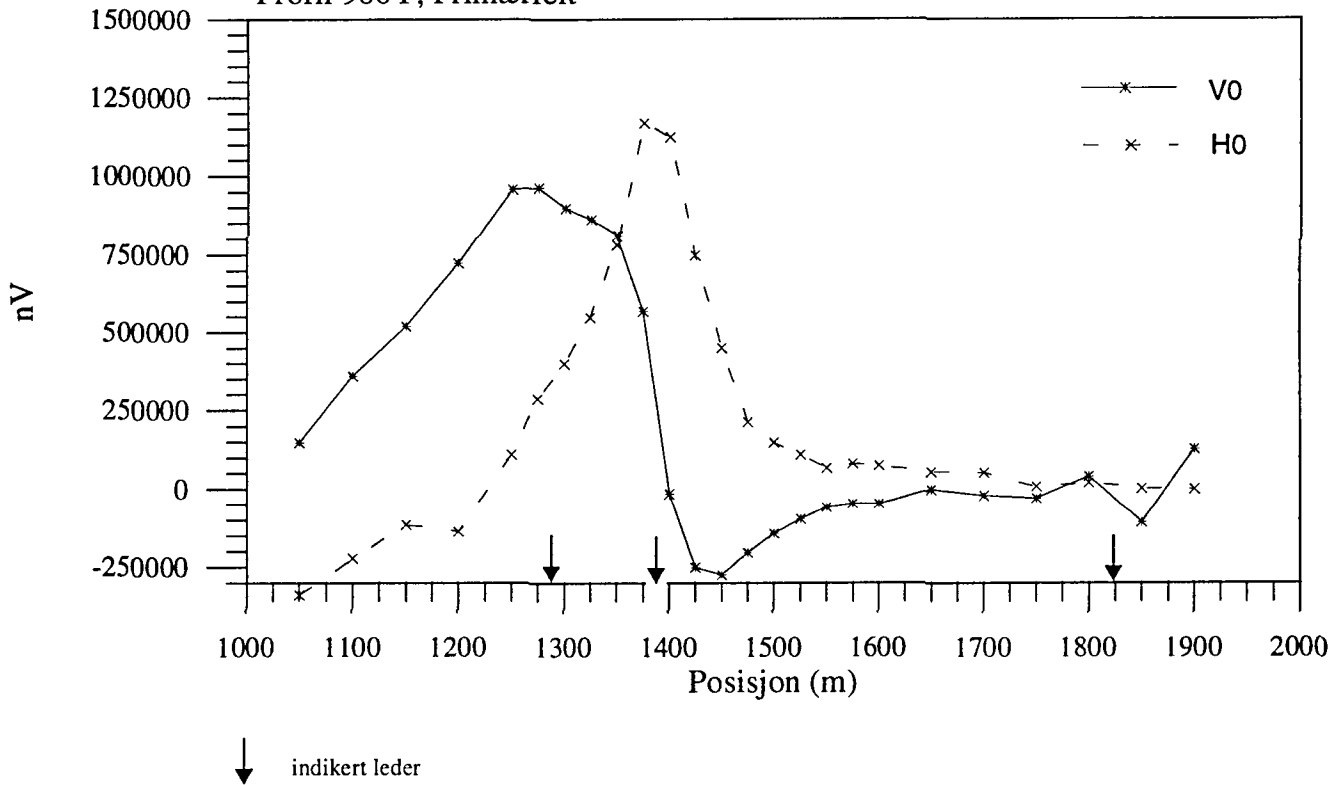
## Horisontalkomponent av primærfelt



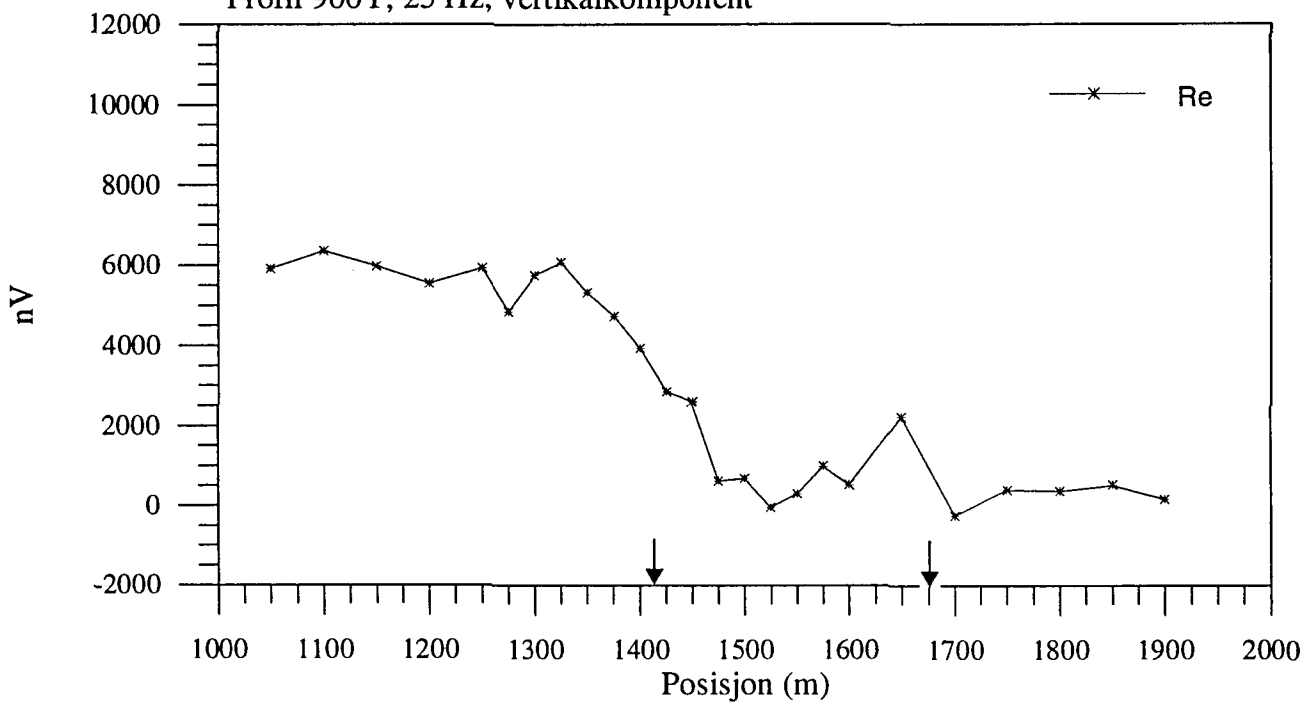
Figur 1.19



KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 900Y, Primærfelt

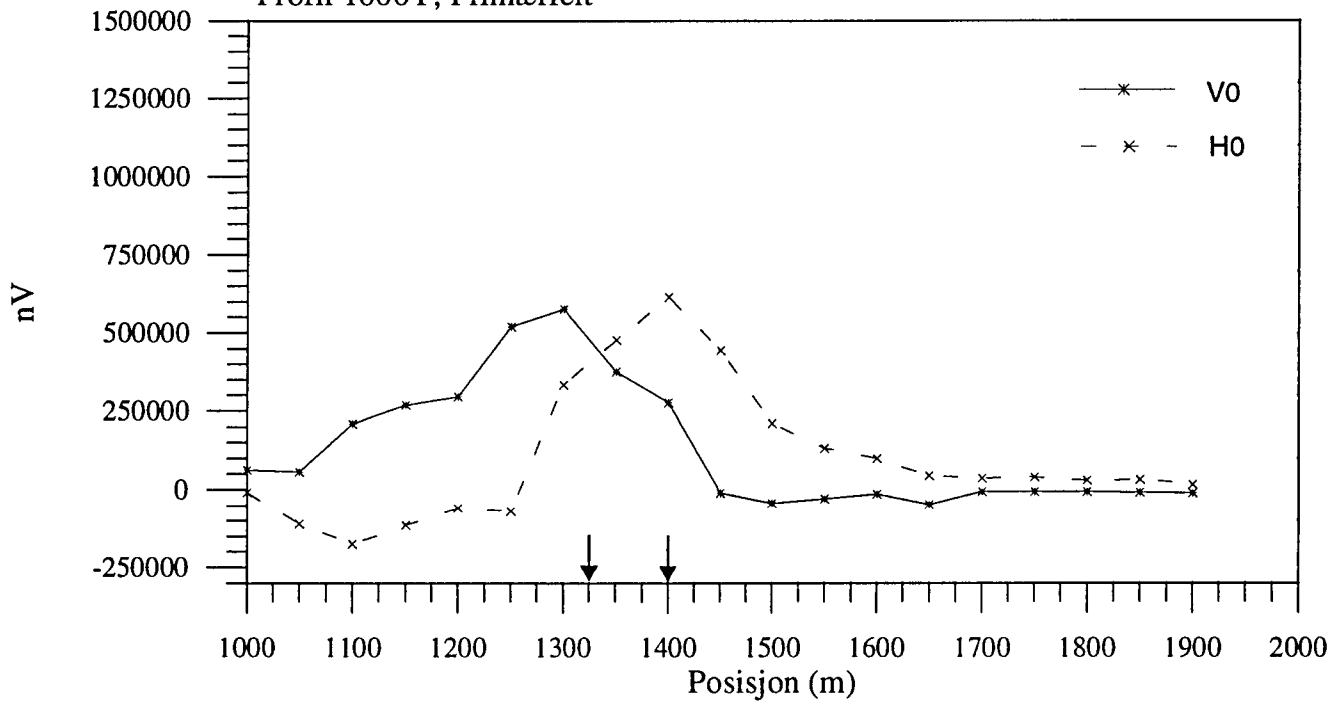


KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 900Y, 25 Hz, vertikalkomponent



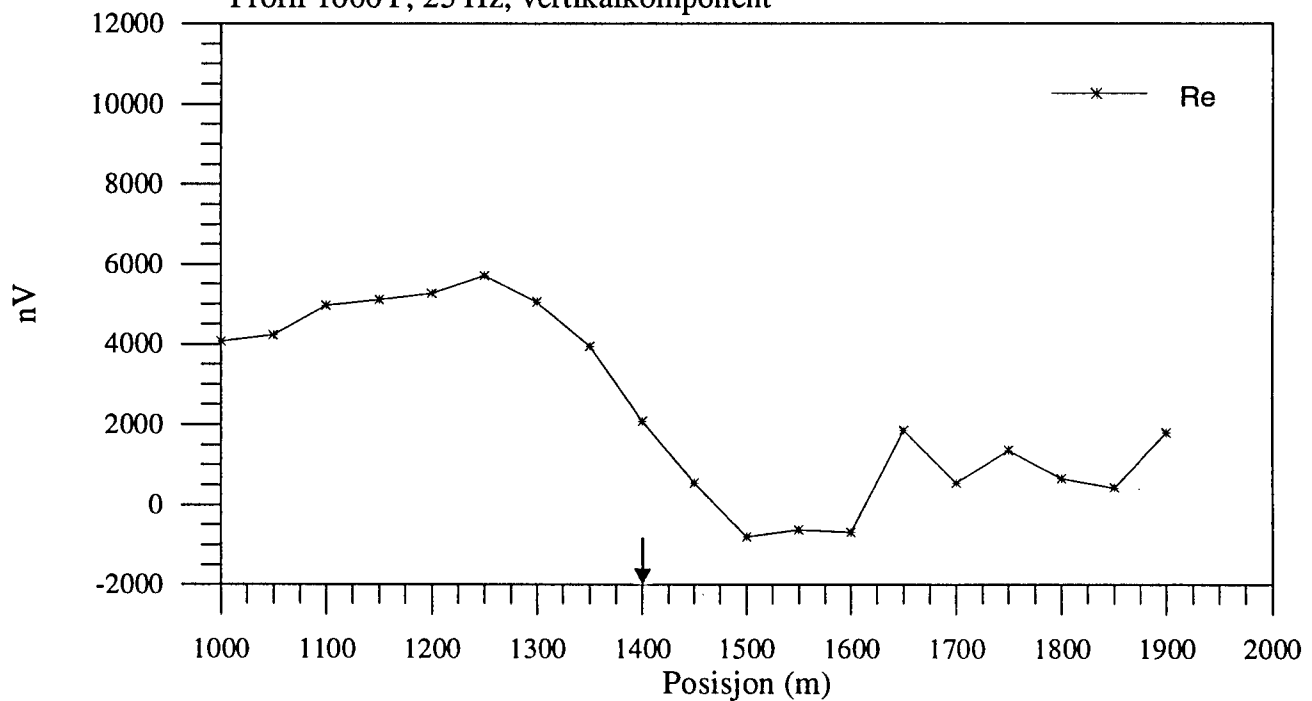
Figur 1.20 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet  
Alternativ tolkning.

KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, Primærfelt

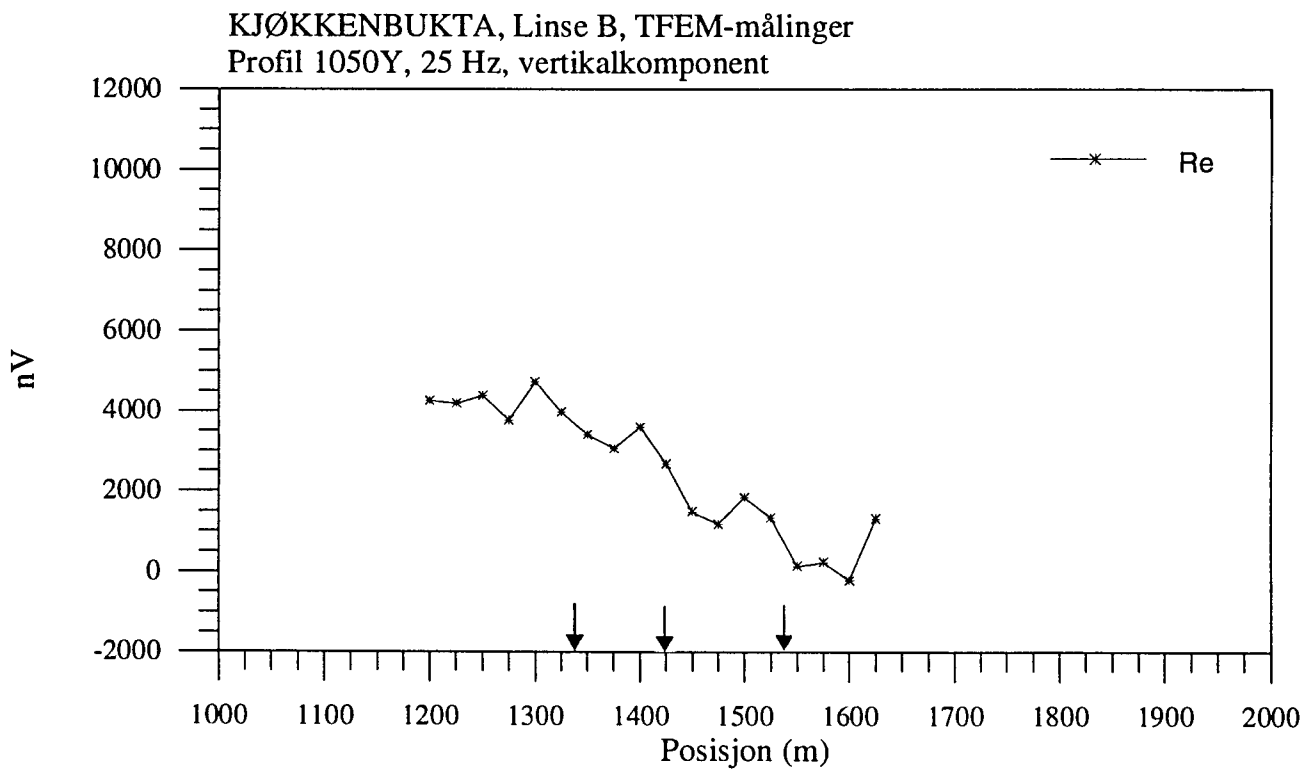
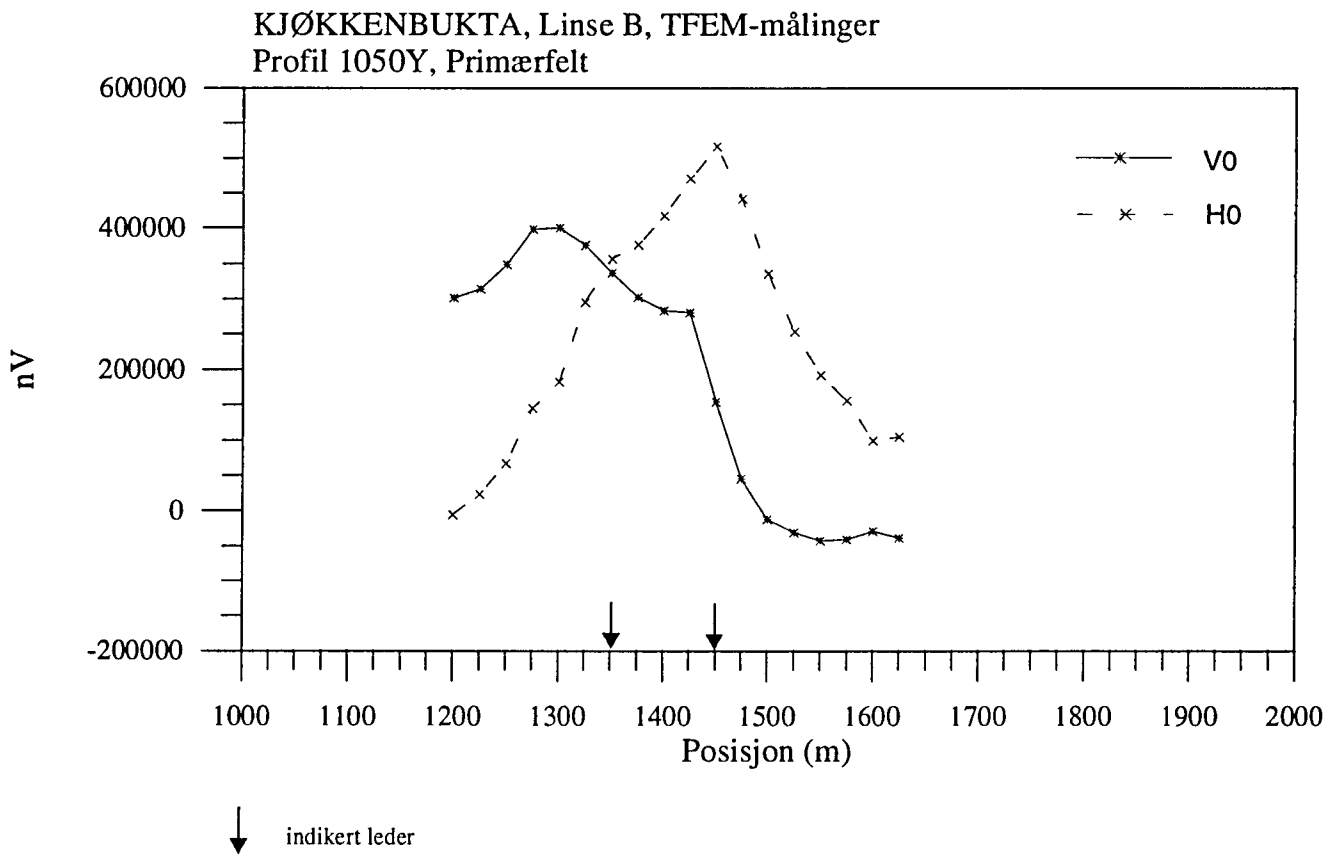


↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Linse B, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, 25 Hz, vertikalkomponent



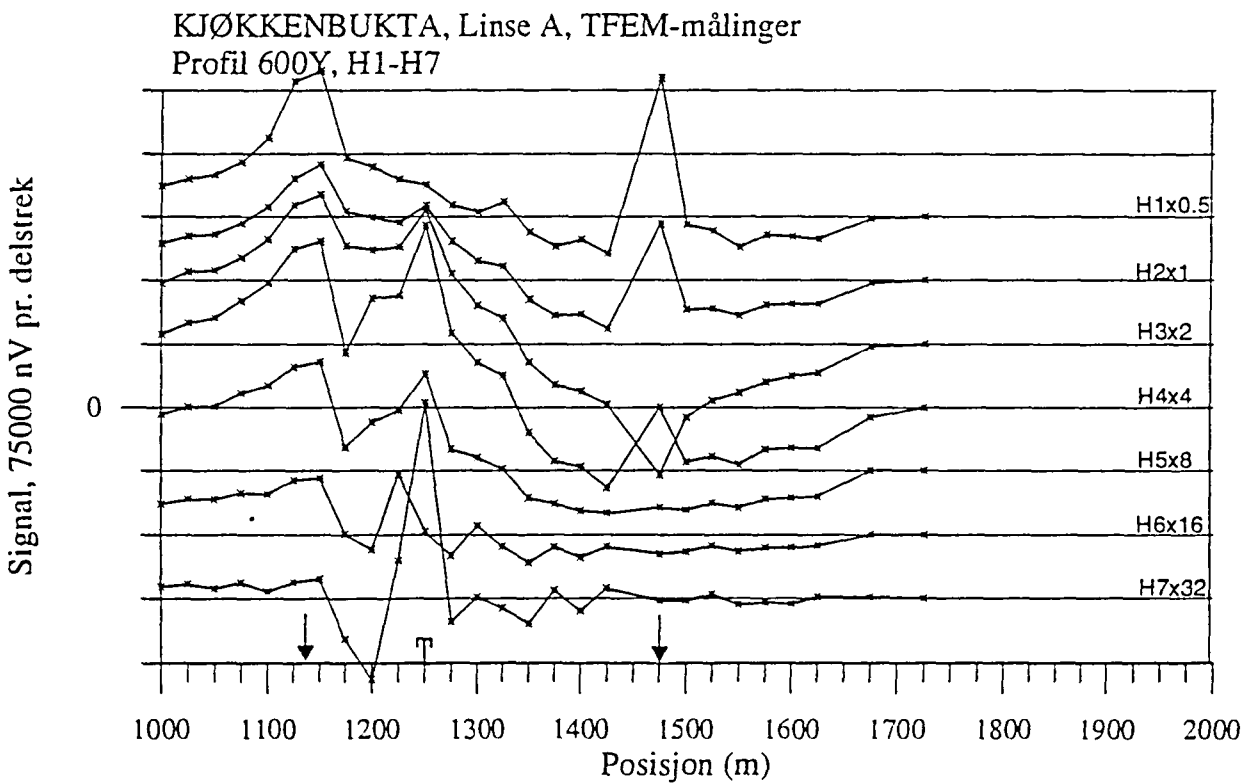
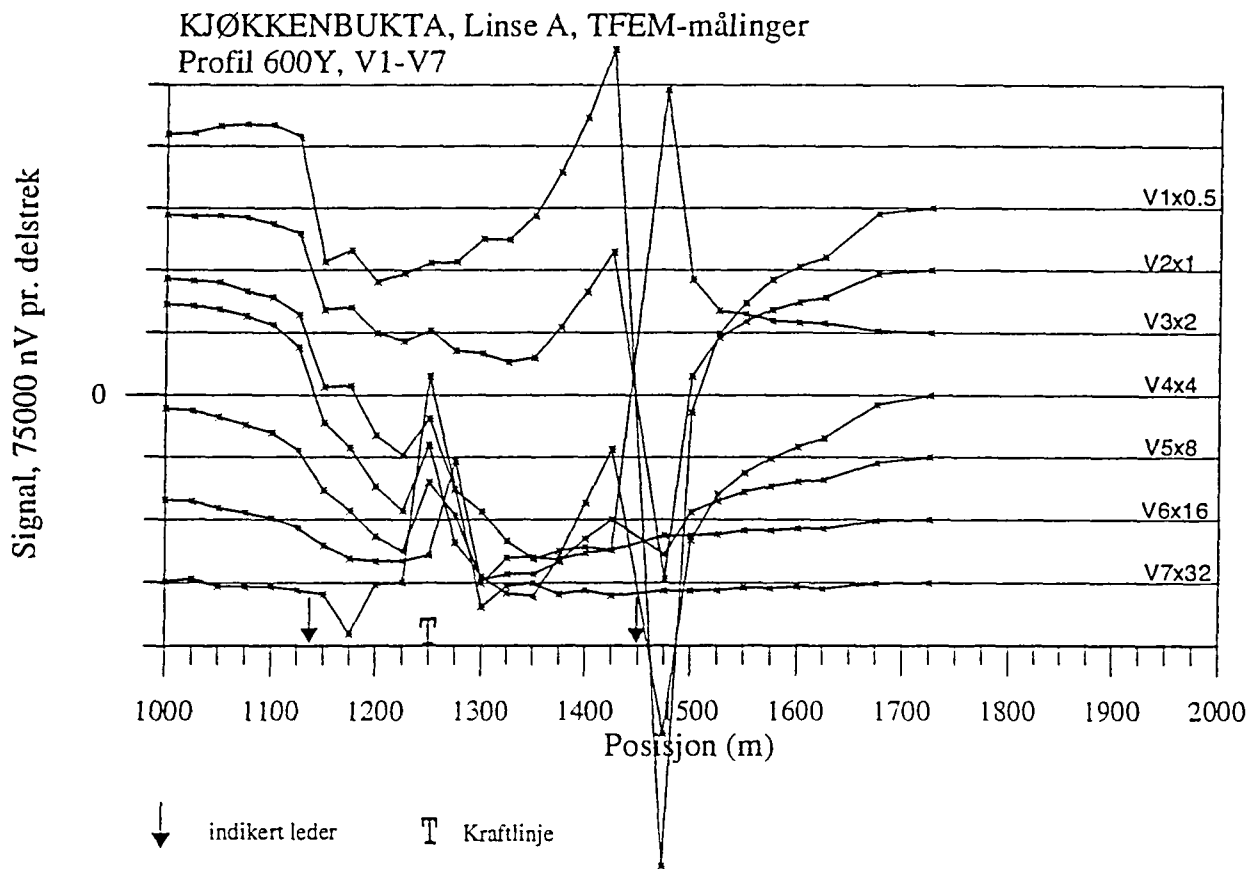
Figur 1.21 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet.  
Alternativ tolkning



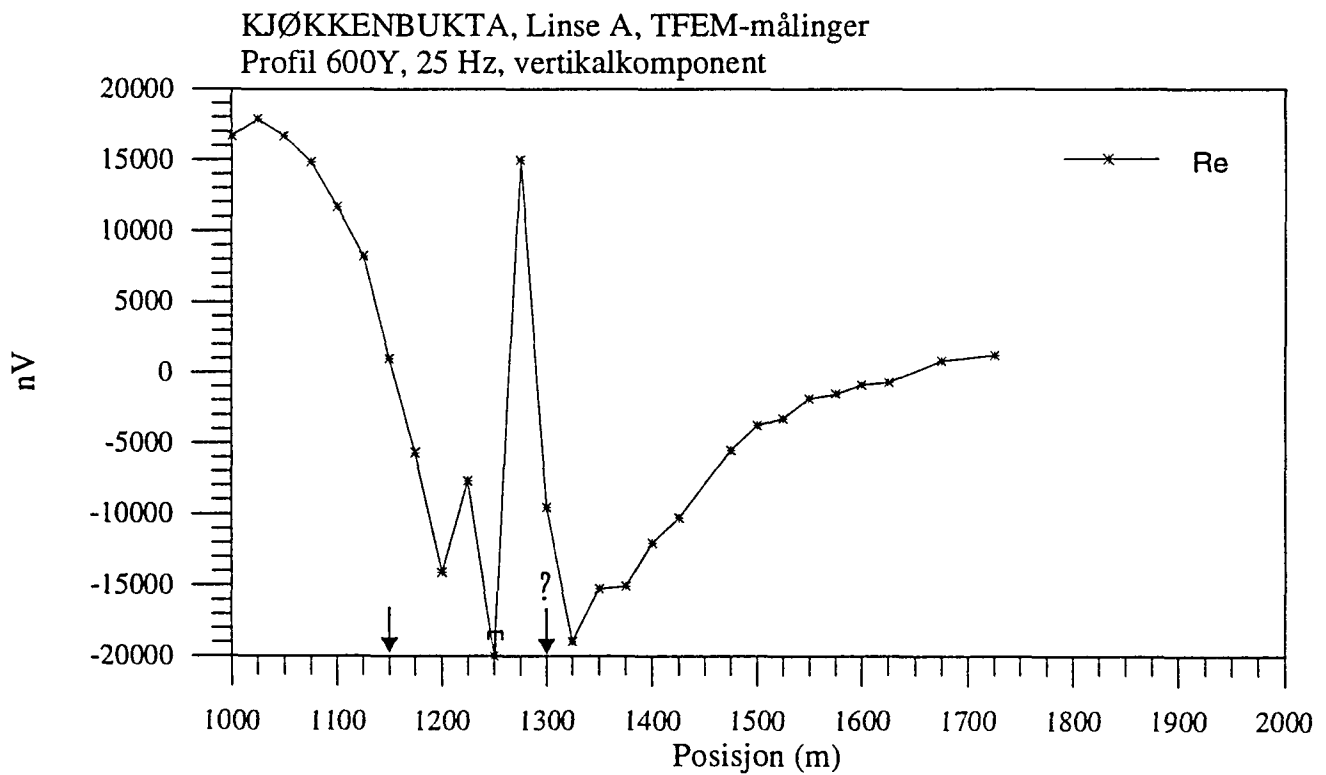
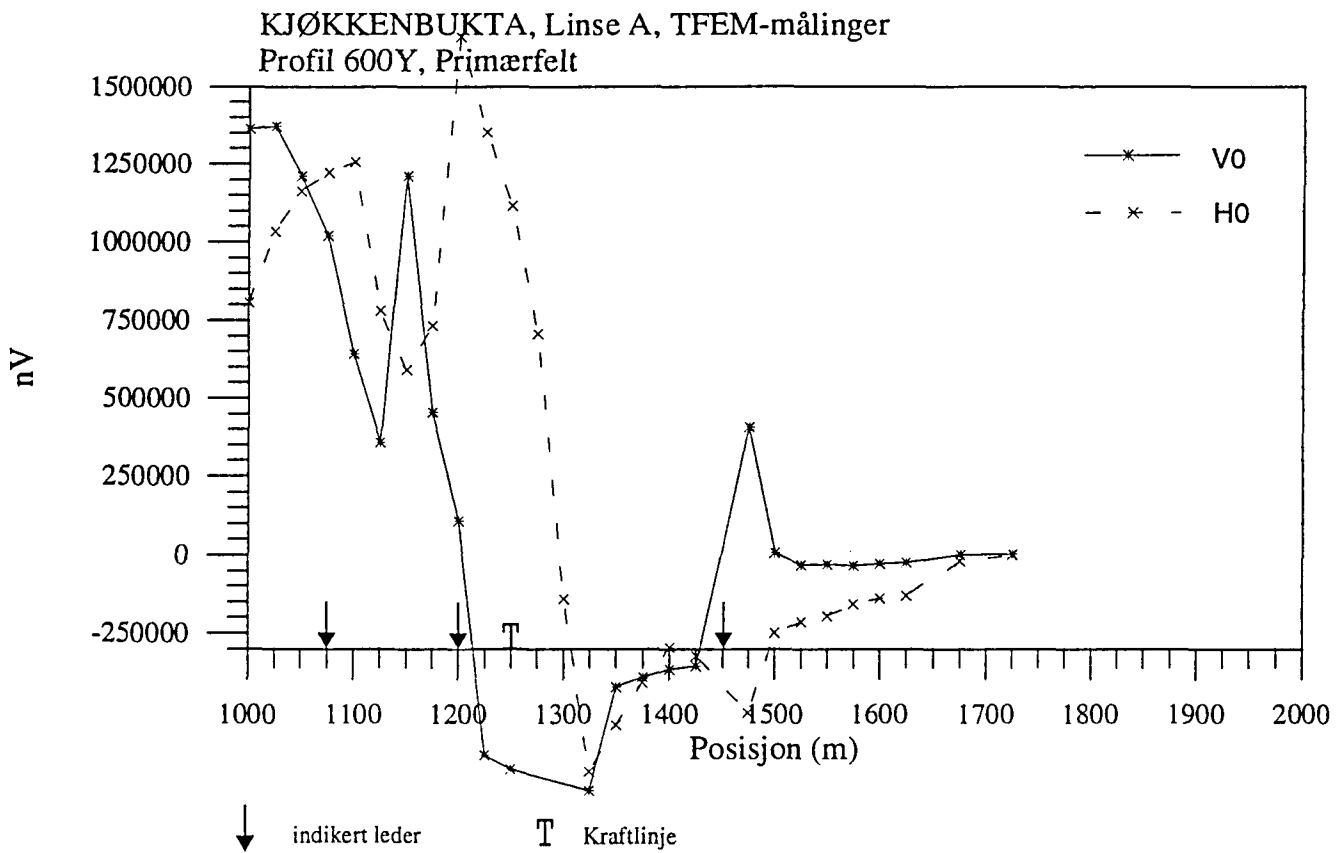
Figur 1.22 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet  
Alternativ tolkning.

Databilag 2    Figur 2.1 - 2.14    TFEM profilplott av tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet, jording linse A.

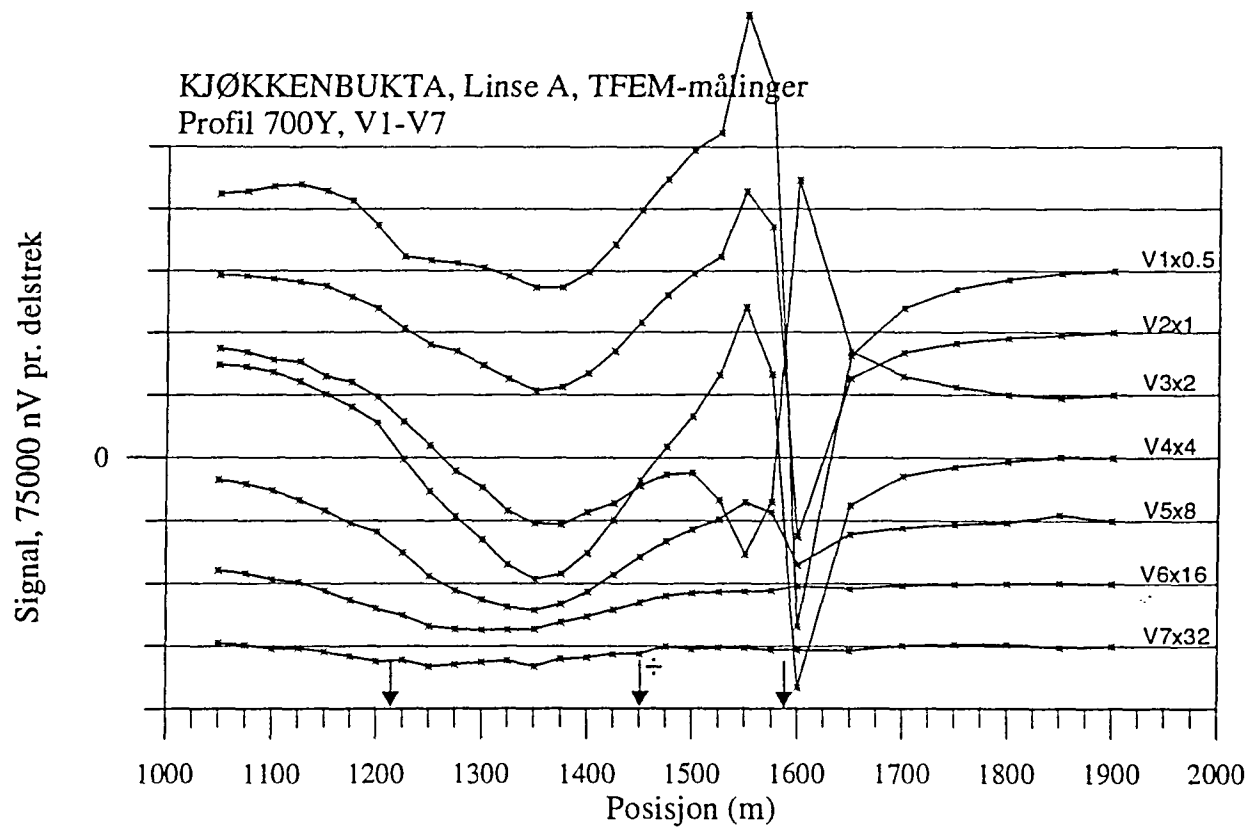




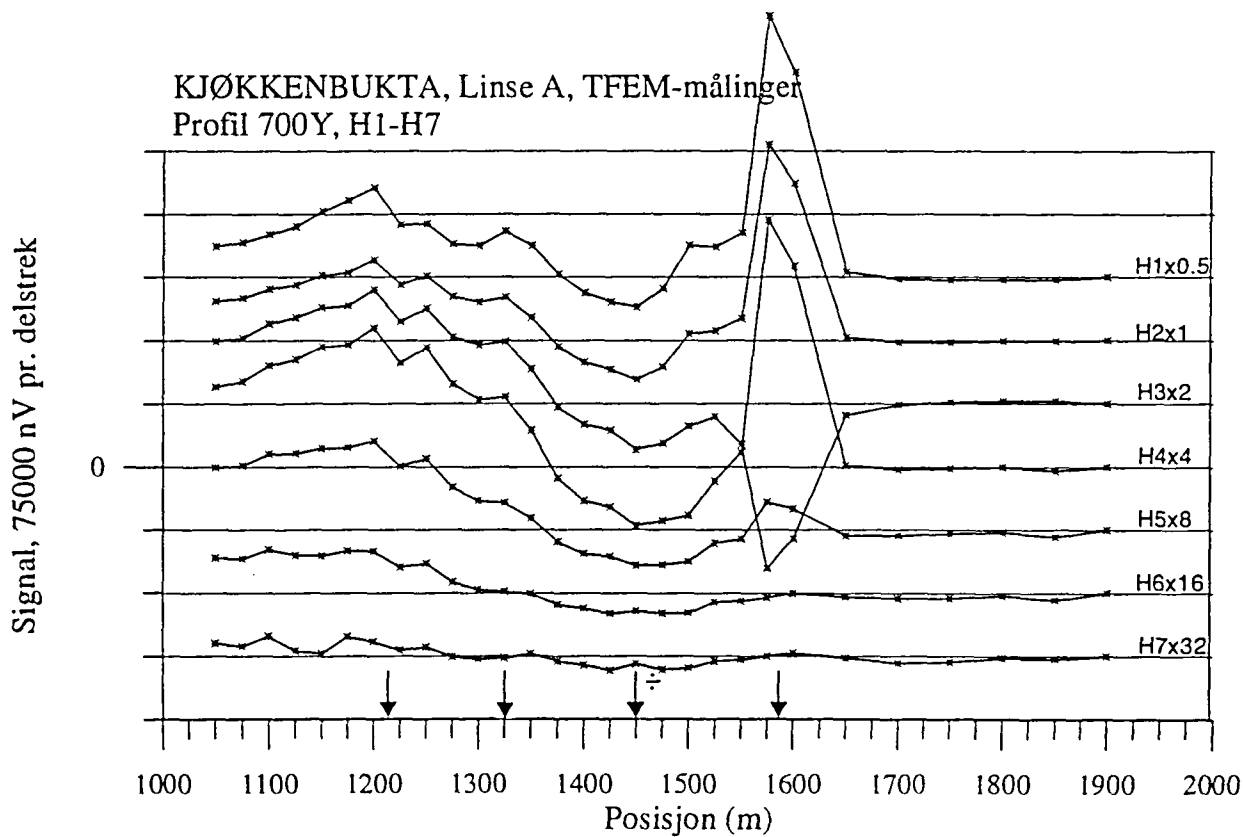
Figur 2.1 Vertikal og horisontalkomponent i tidsdomenet, profil 600Y



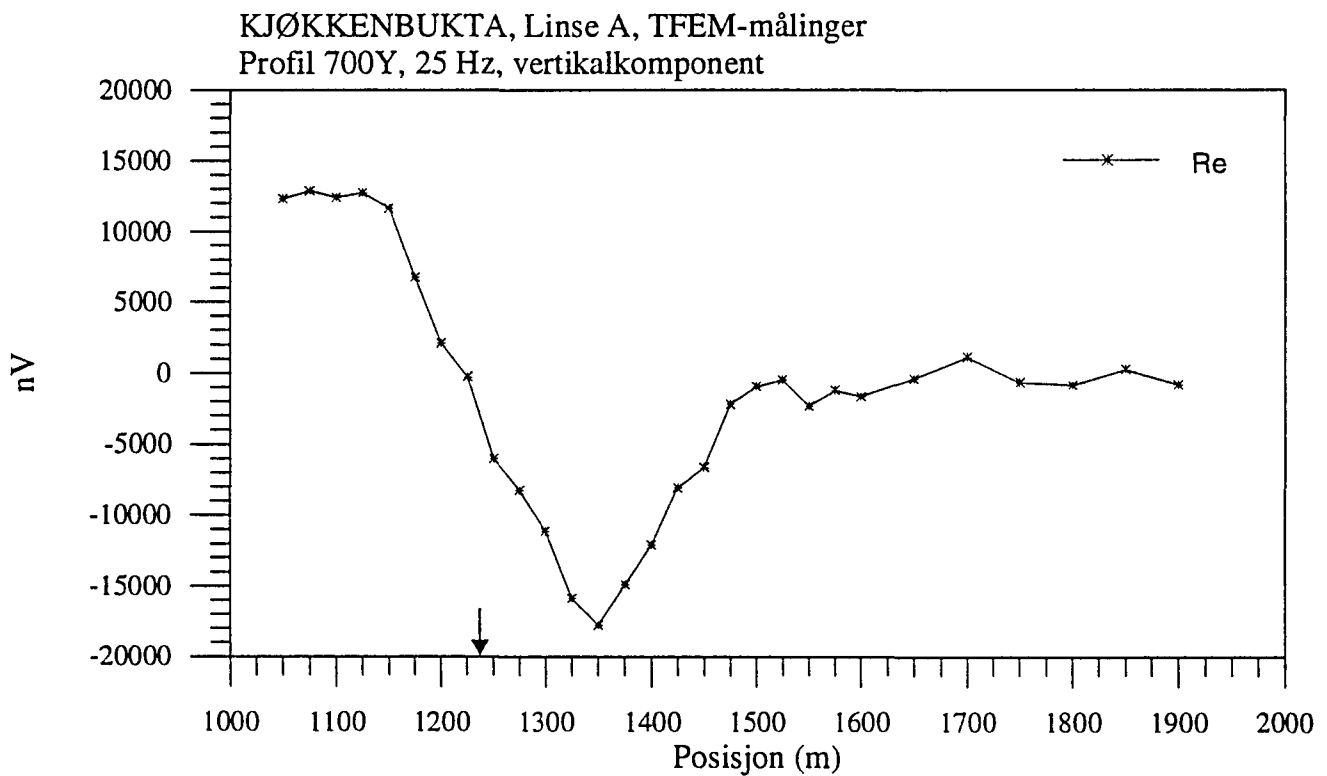
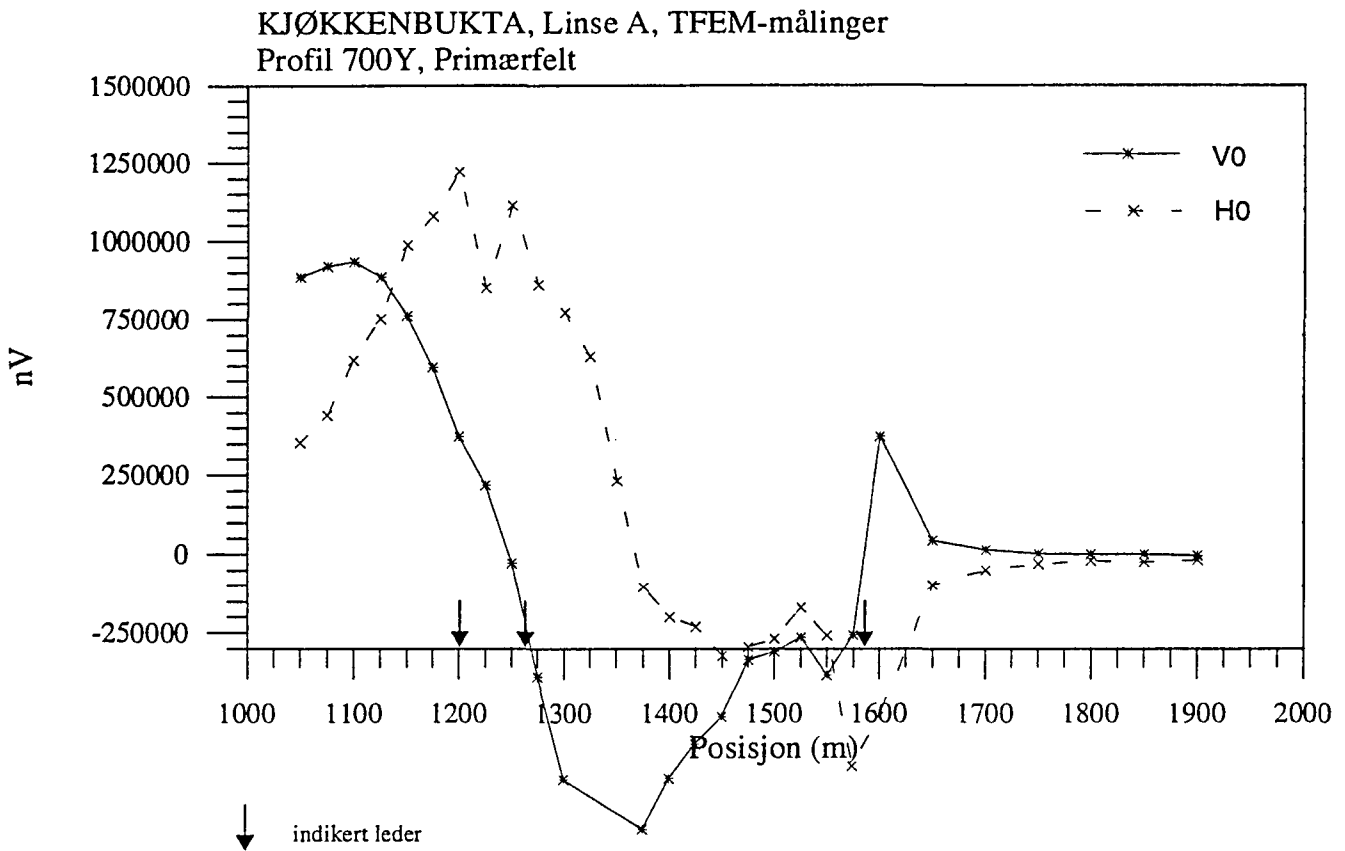
Figur 2.2 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet



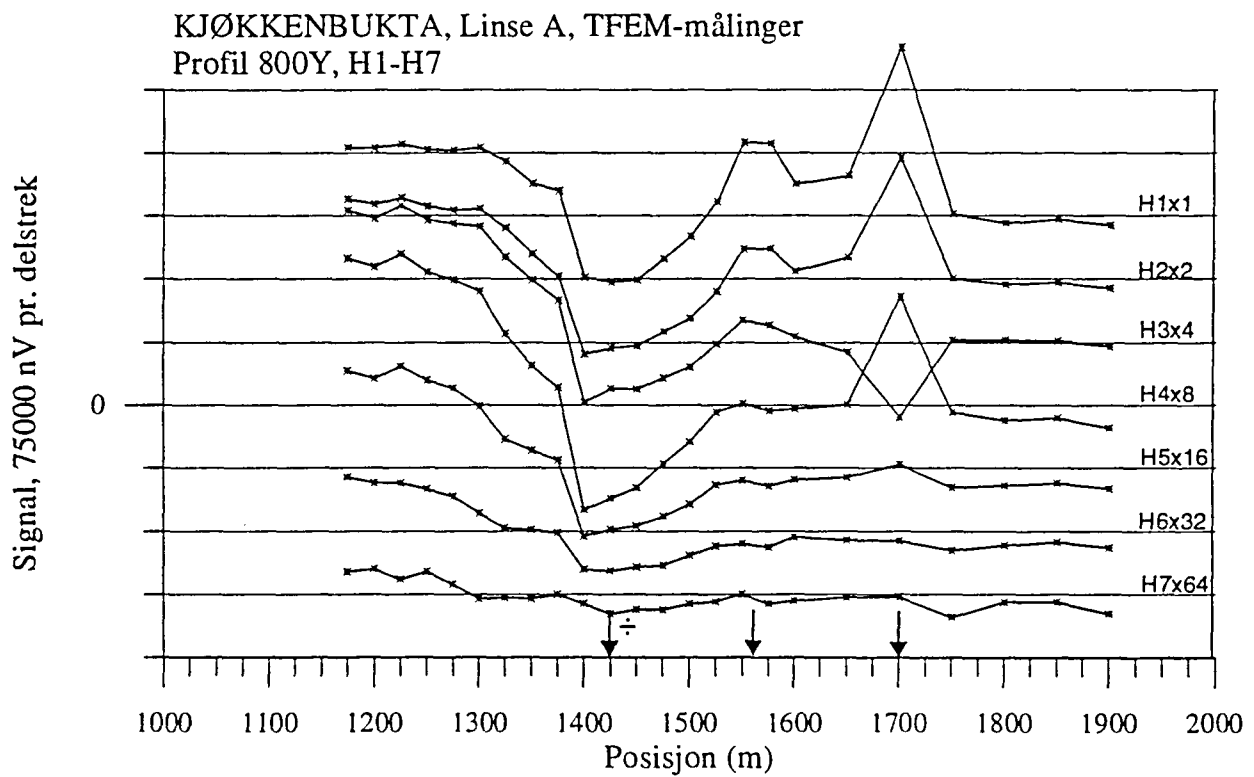
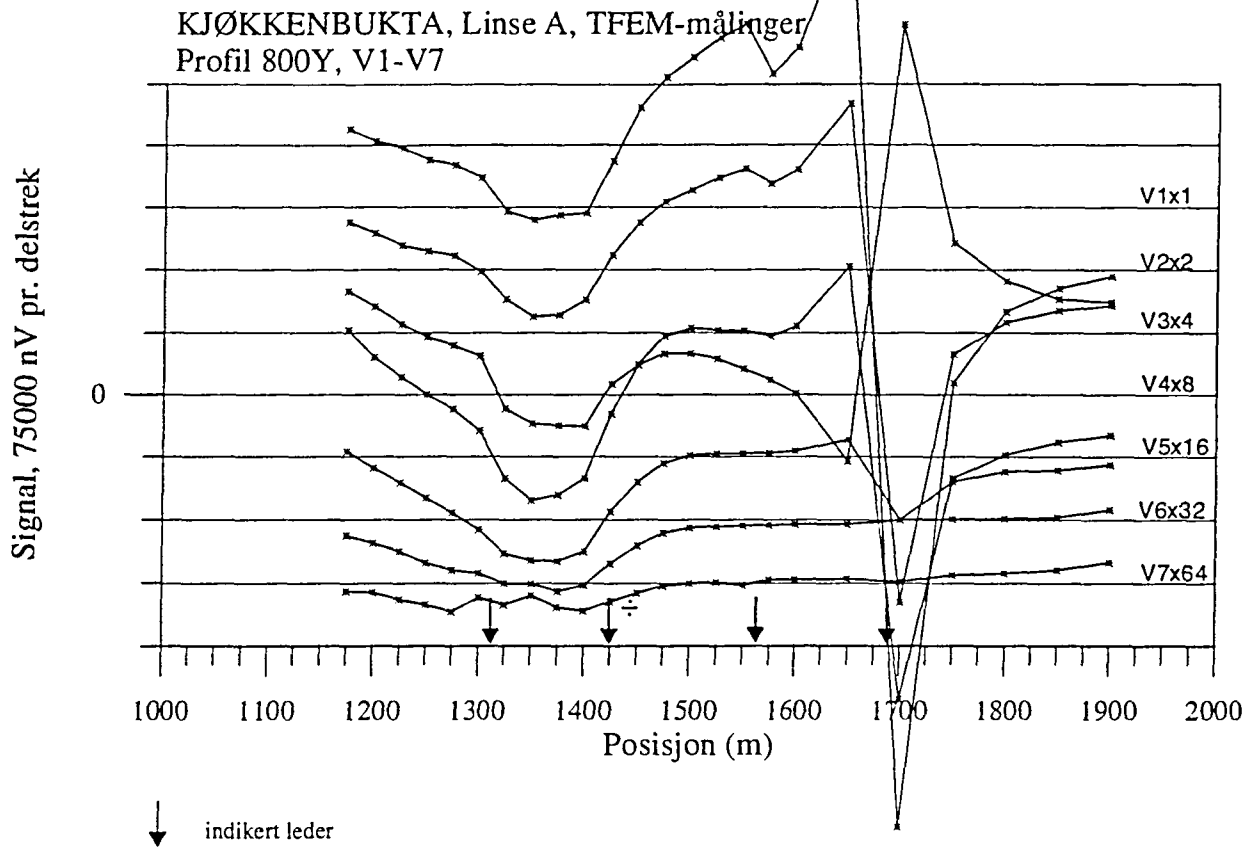
↓ indikert leder



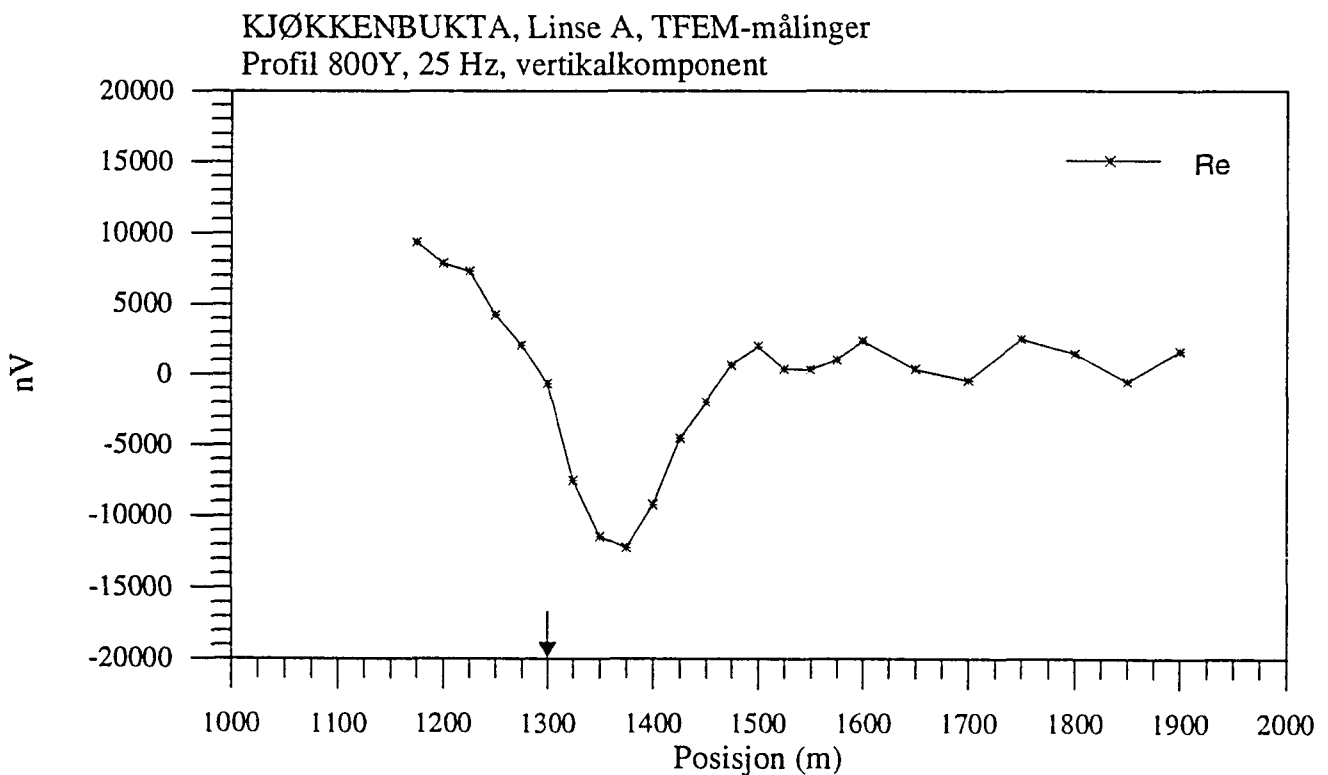
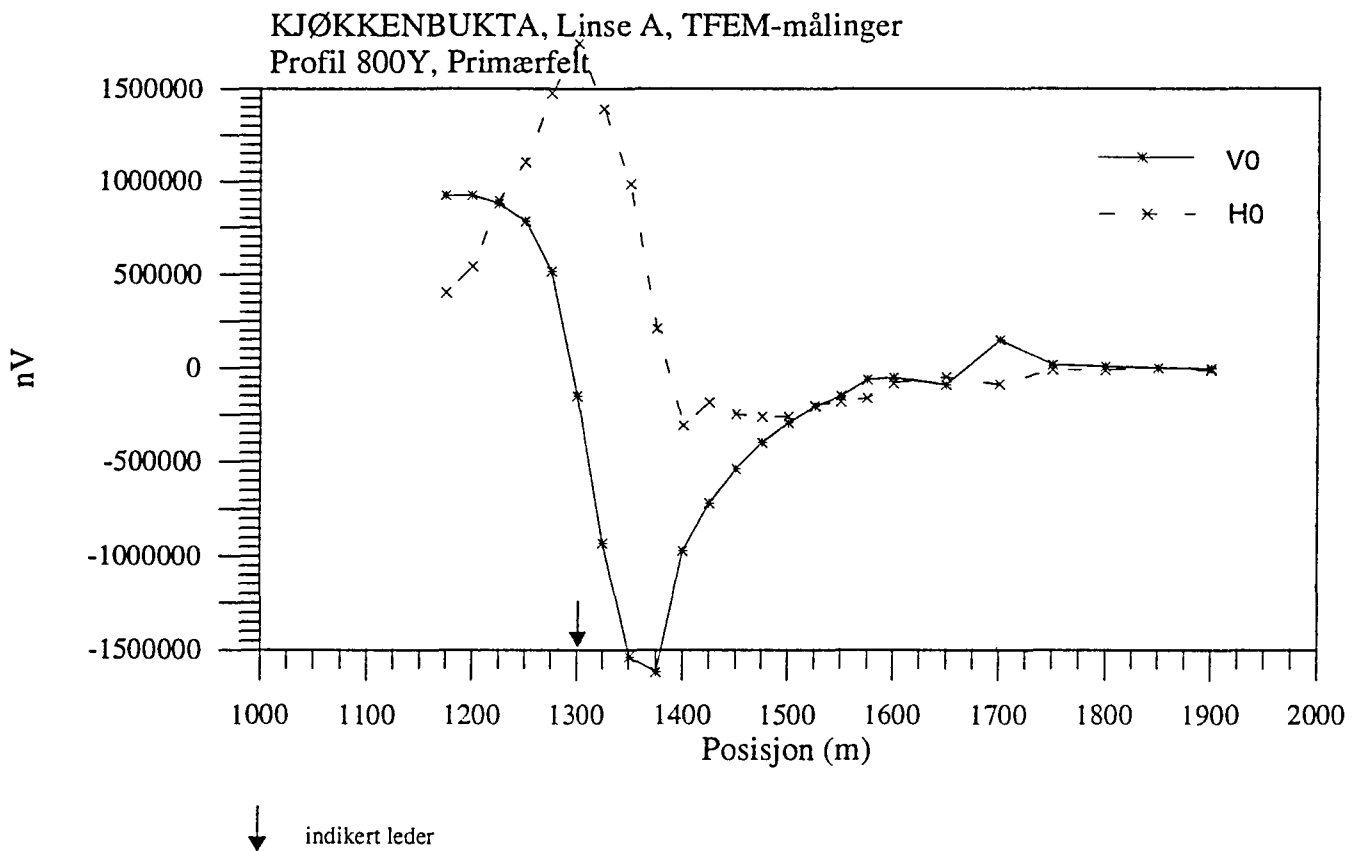
Figur 2.3 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 700Y



Figur 2.4 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

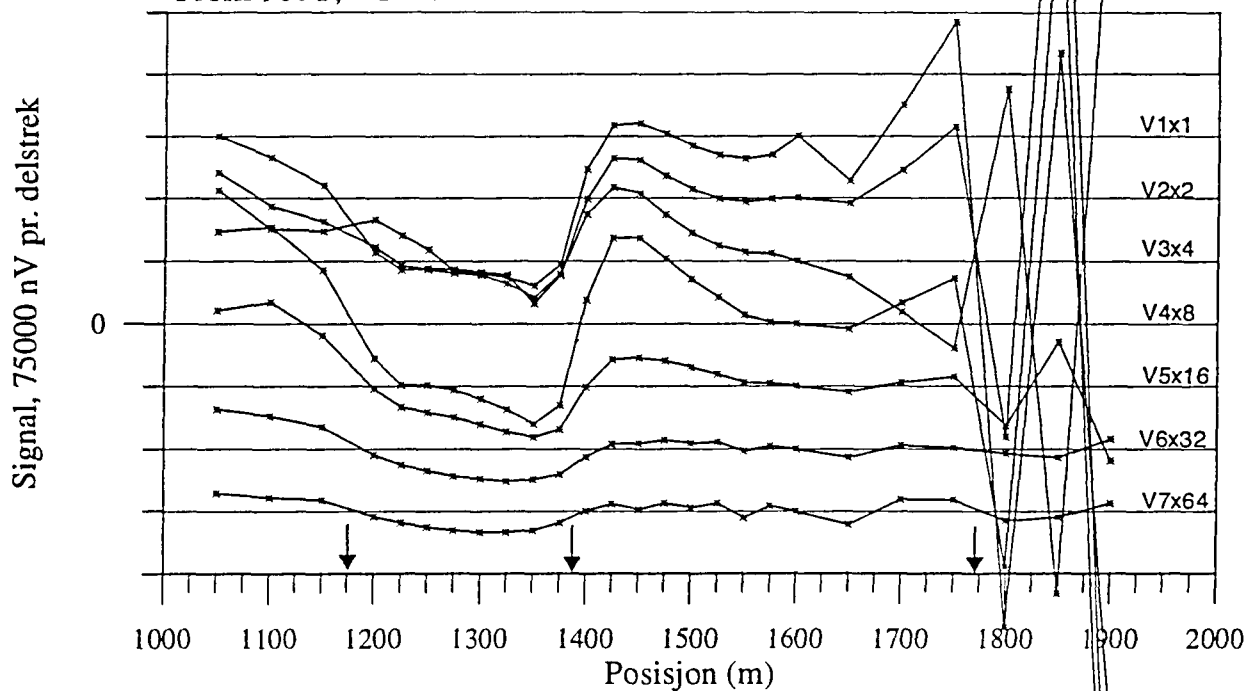


Figur 2.5 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 800Y

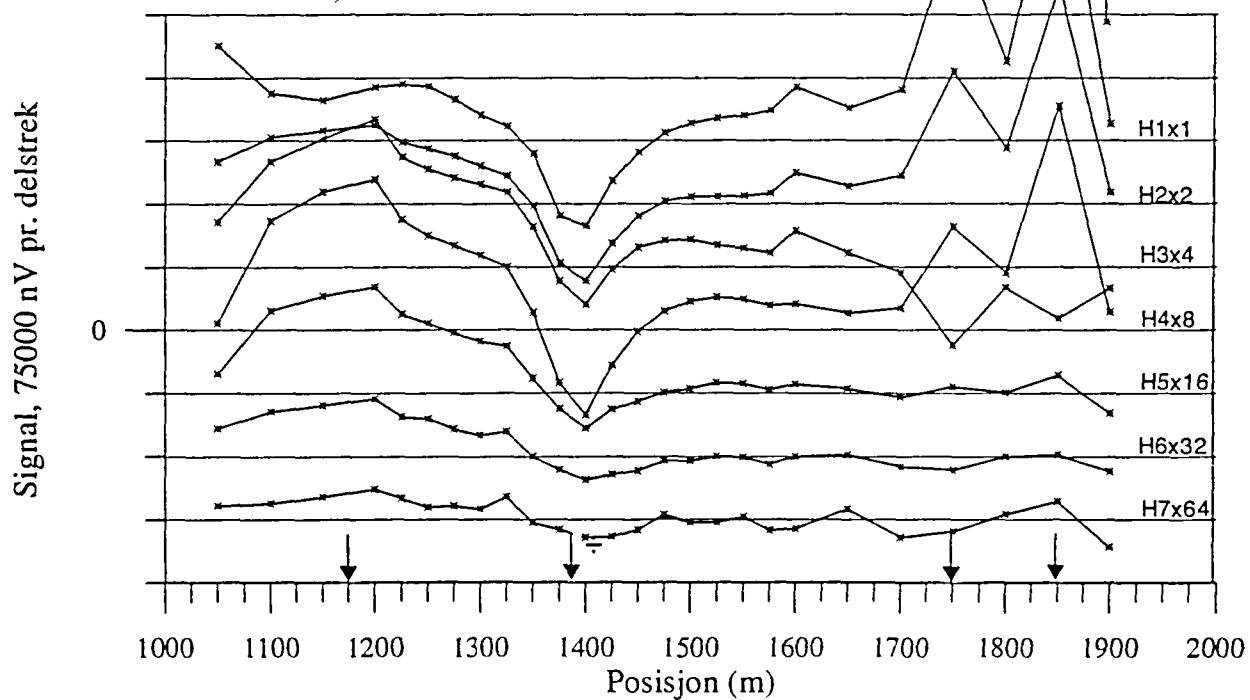


Figur 2.6 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

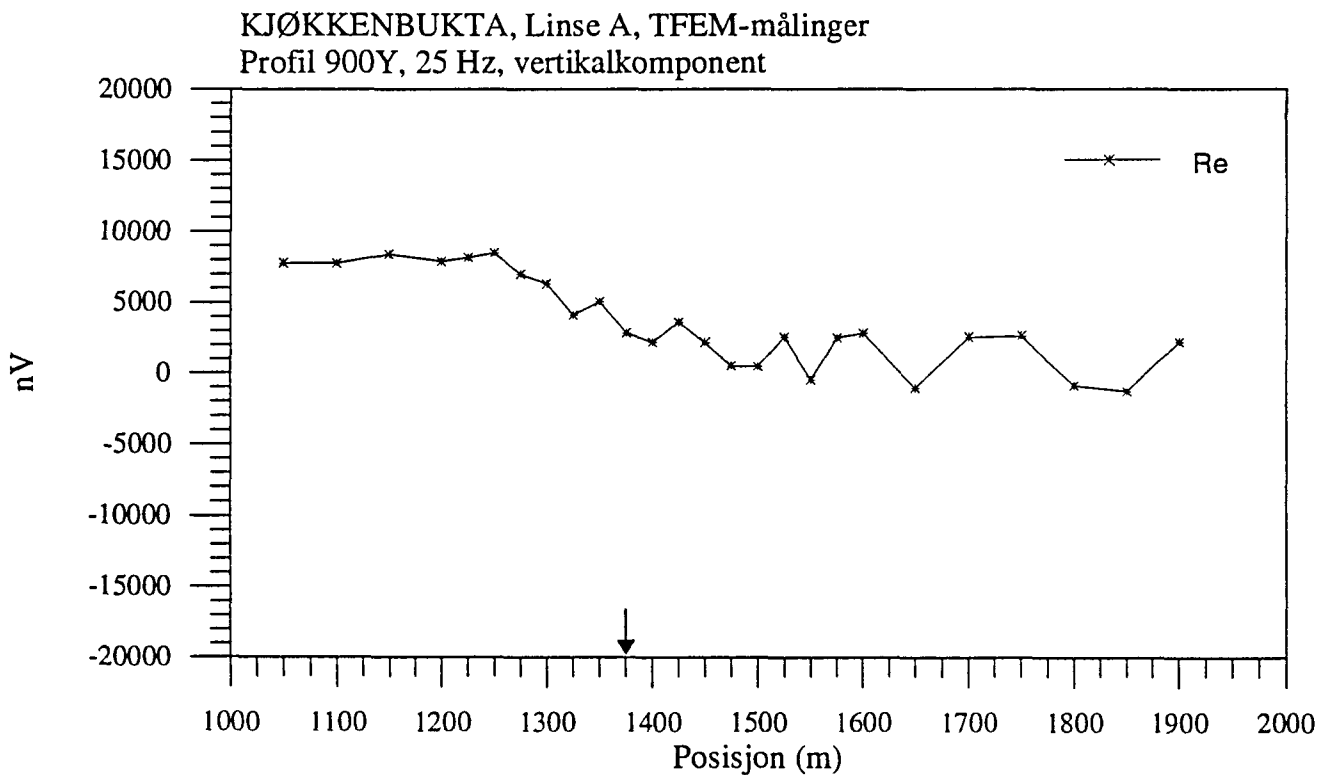
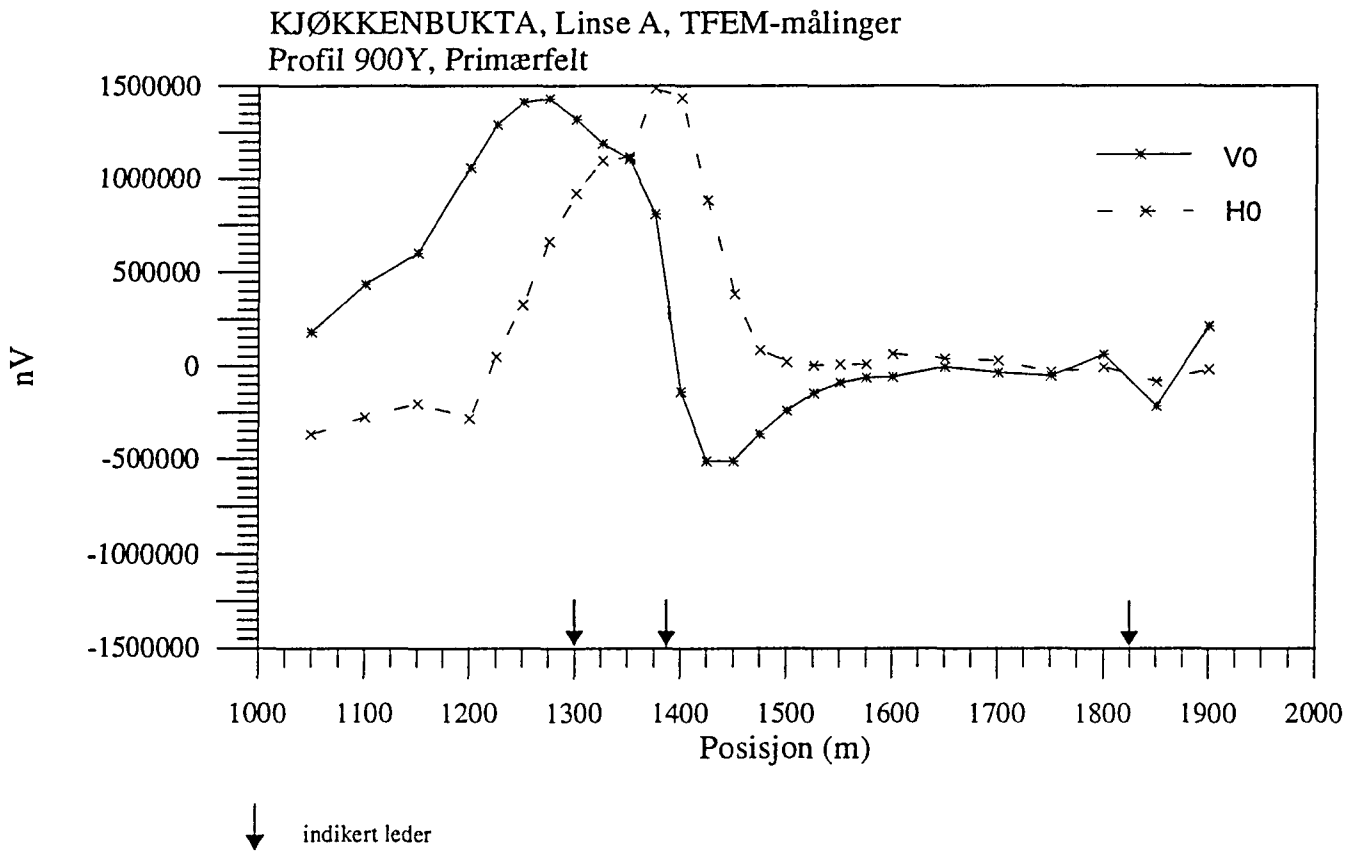
KJØKKENBUKTA, Linse A, TFEM-målinger  
Profil 900Y, V1-V7



KJØKKENBUKTA, Linse A, TFEM-målinger  
Profil 900Y, H1-H7



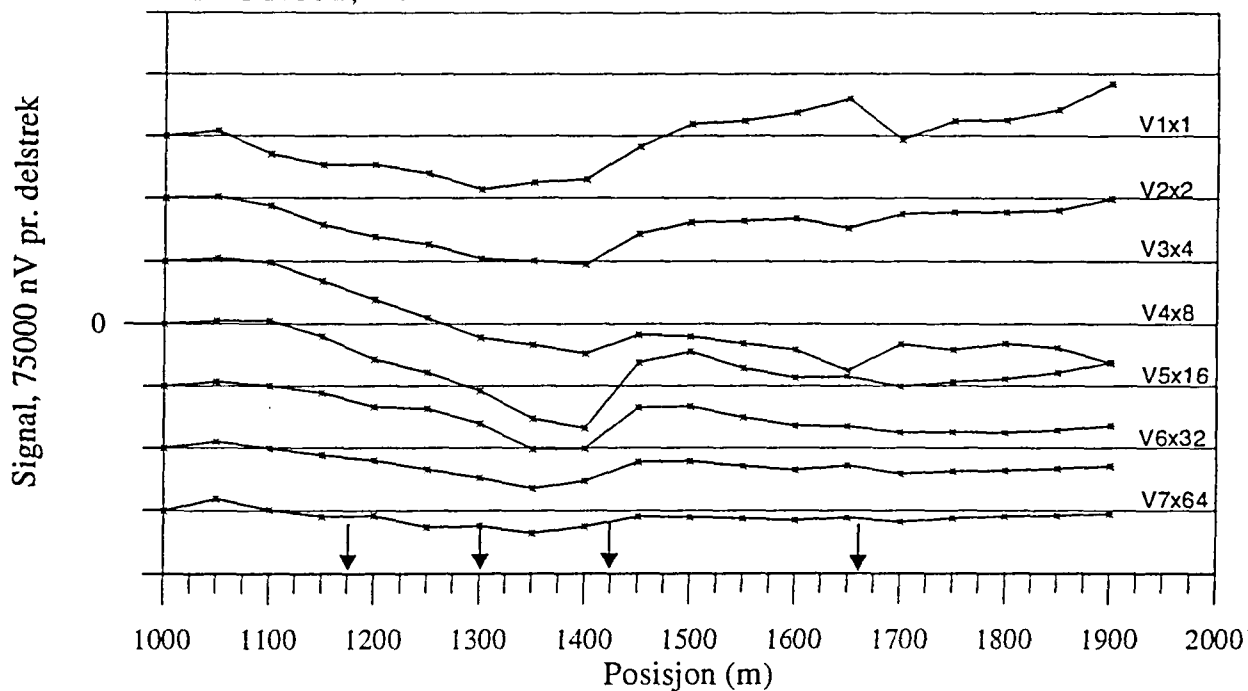
Figur 2.7 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 900Y



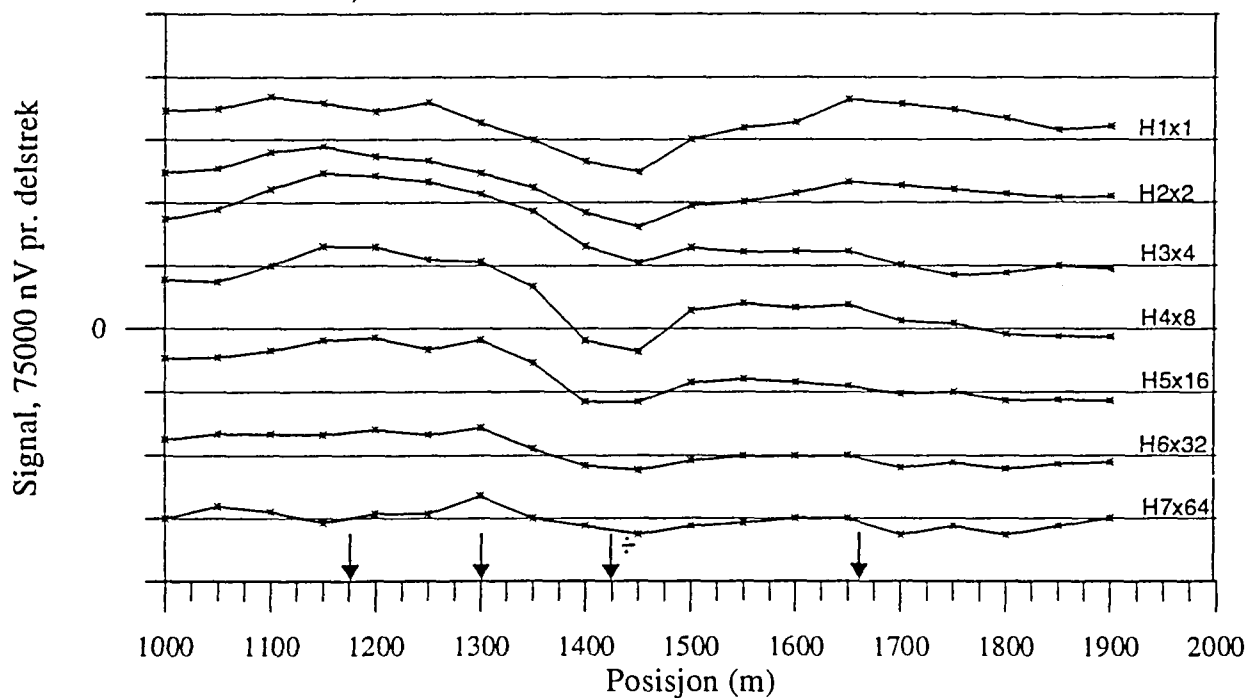
Figur 2.8 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet



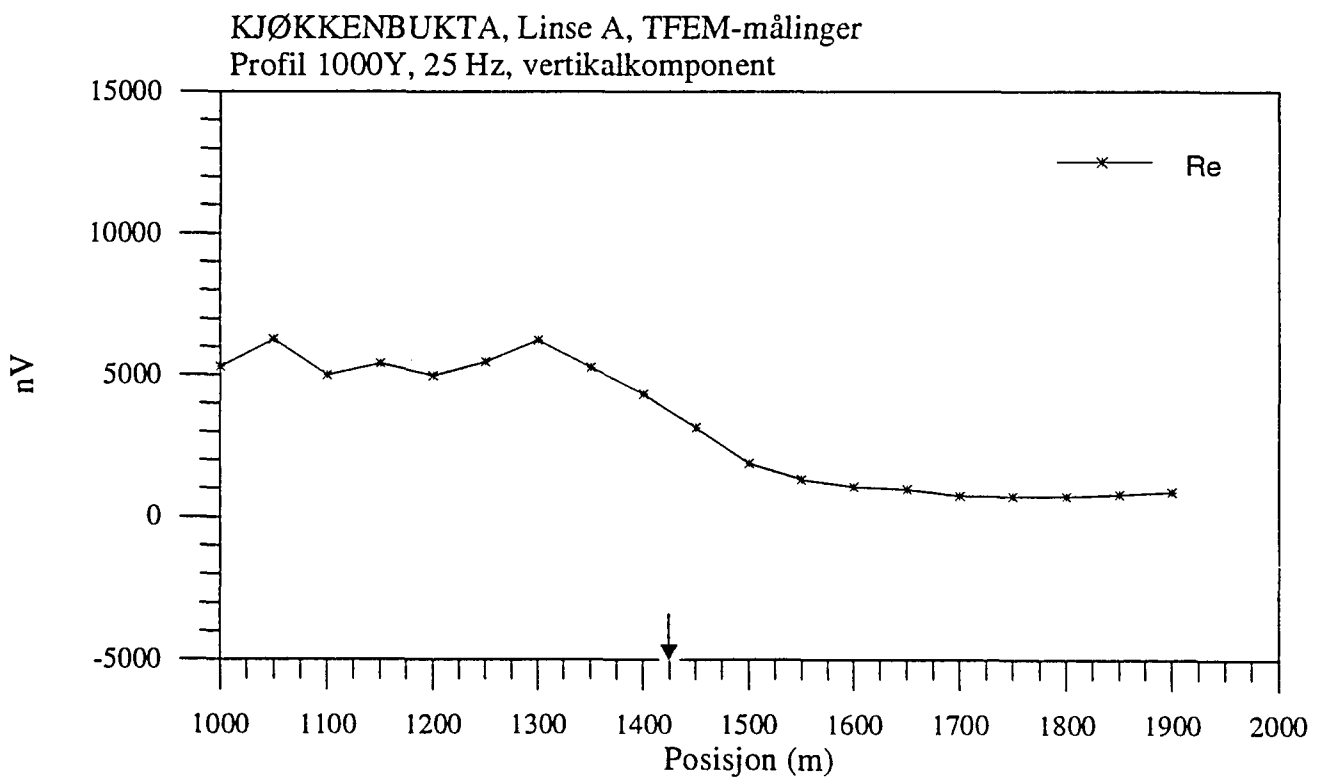
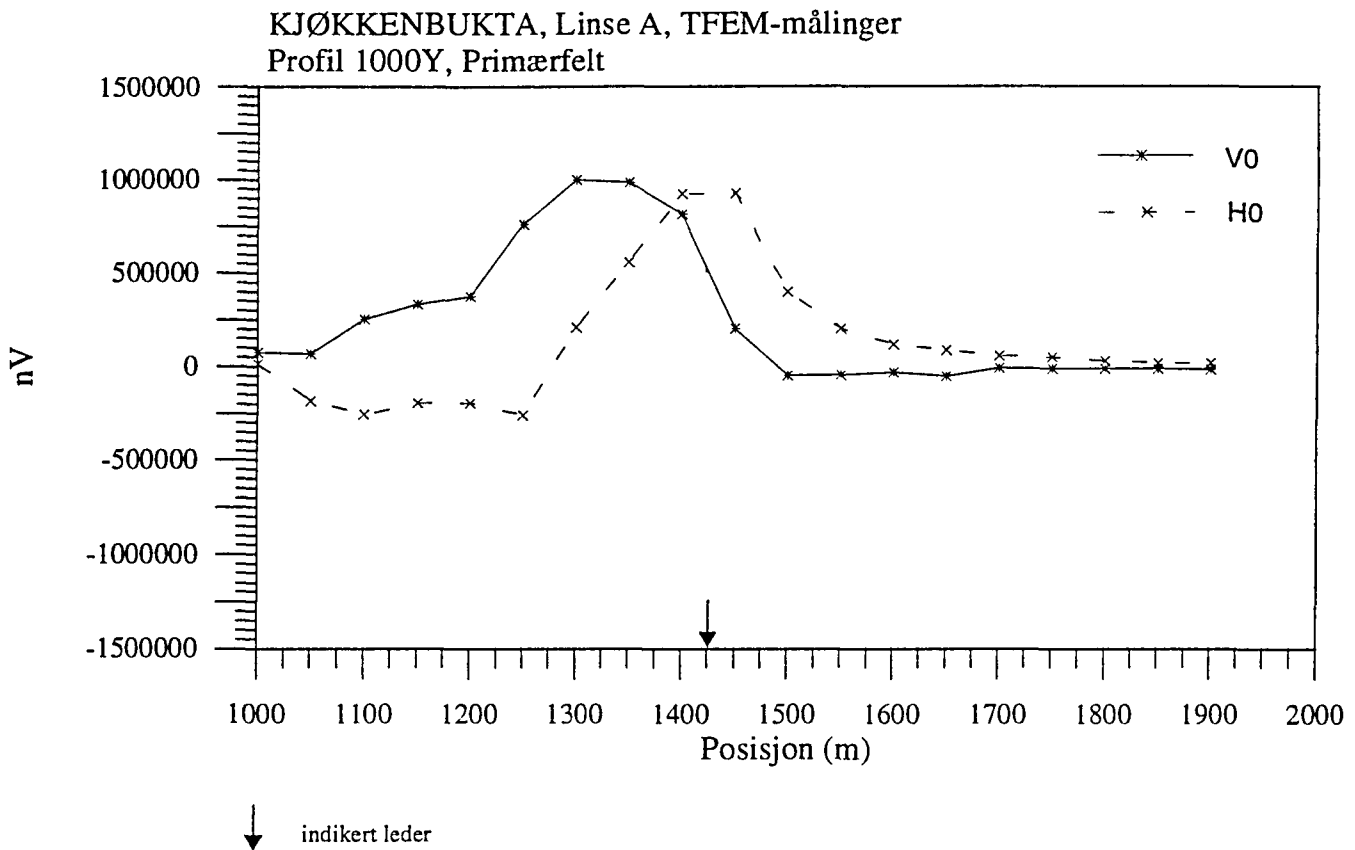
KJØKKENBUKTA, Linse A, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, V1-V7



KJØKKENBUKTA, Linse A, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, H1-H7

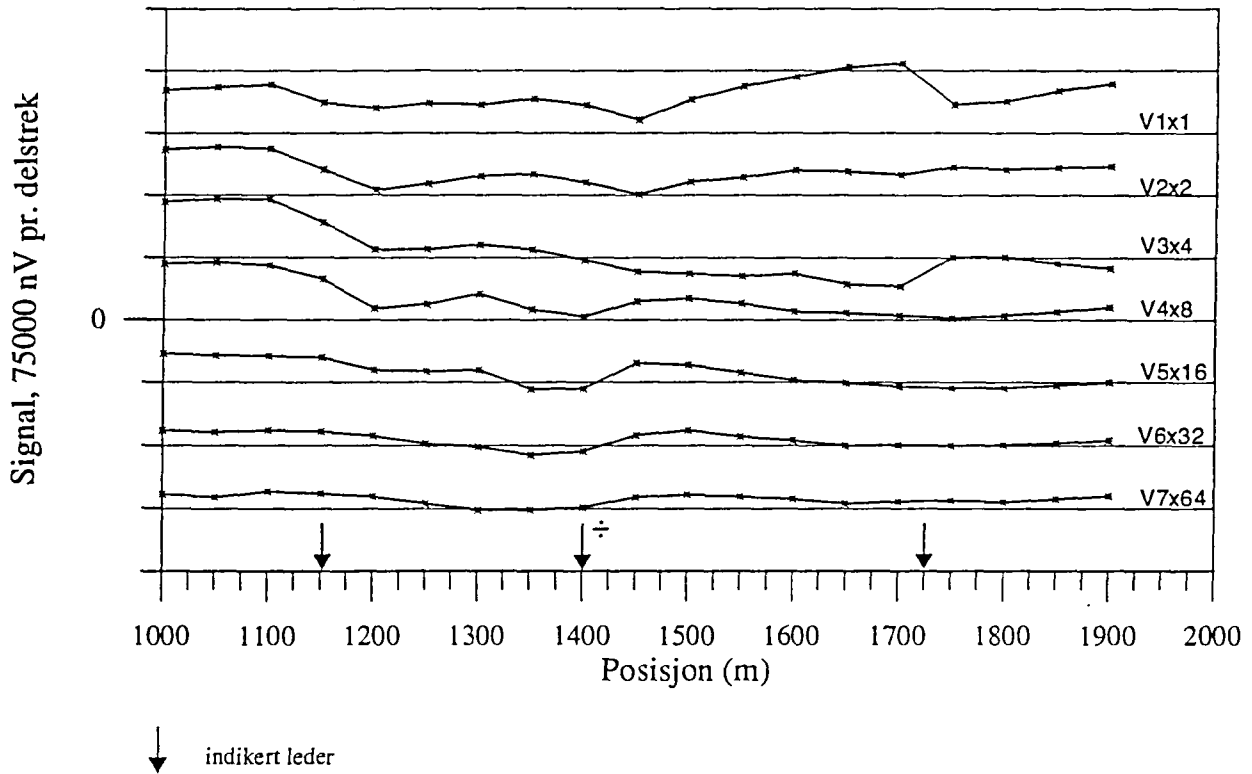


Figur 2.9 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1000Y

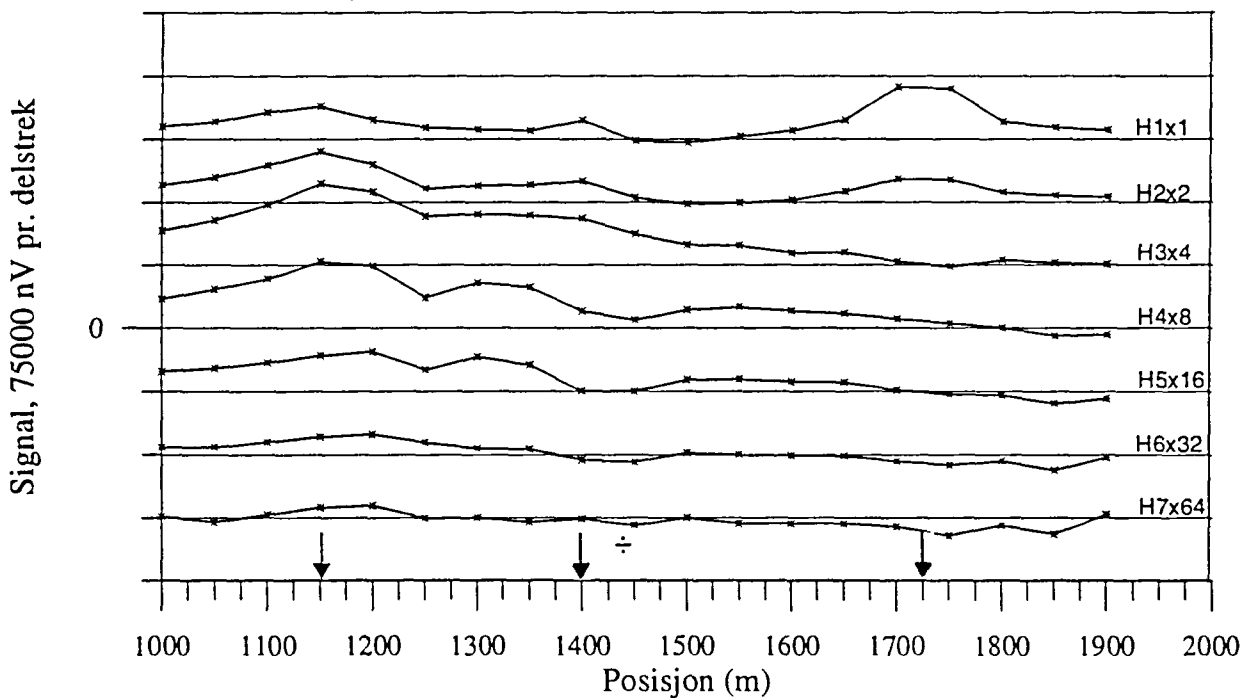


Figur 2.10 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

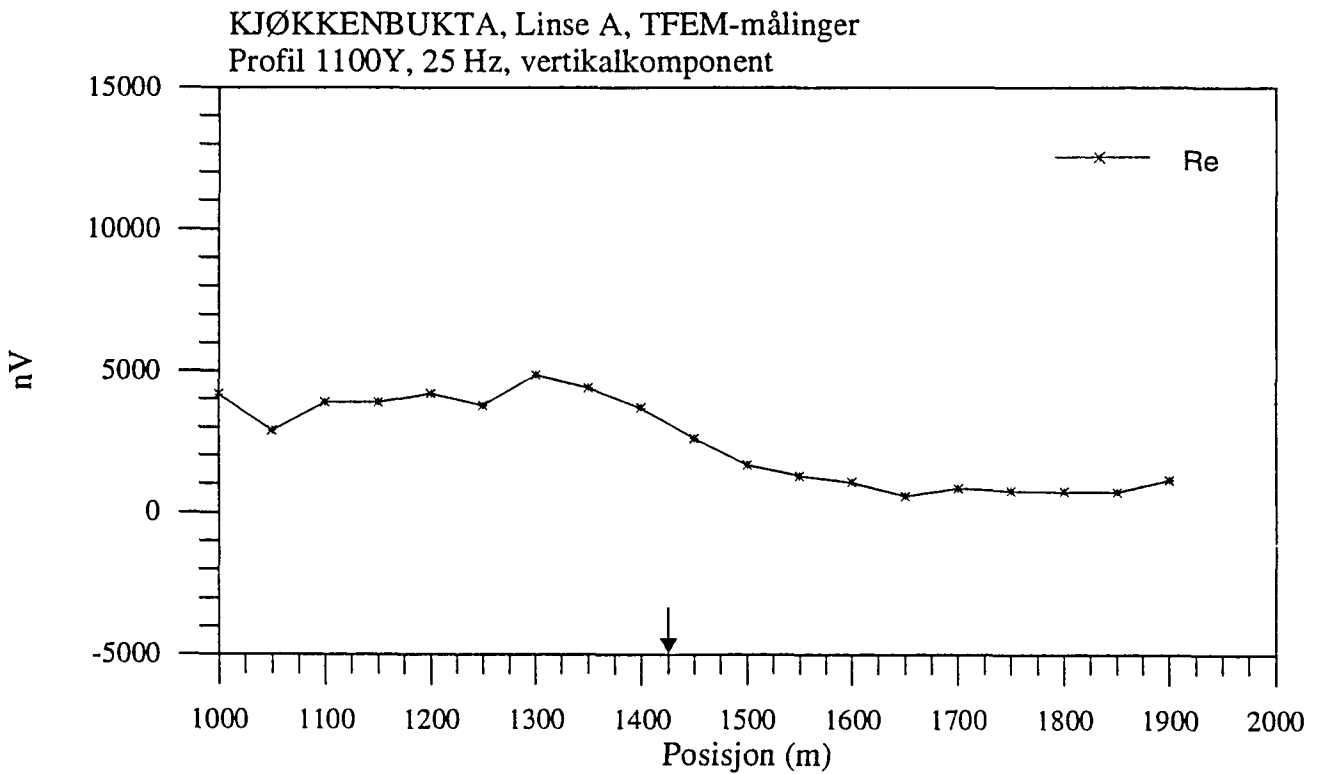
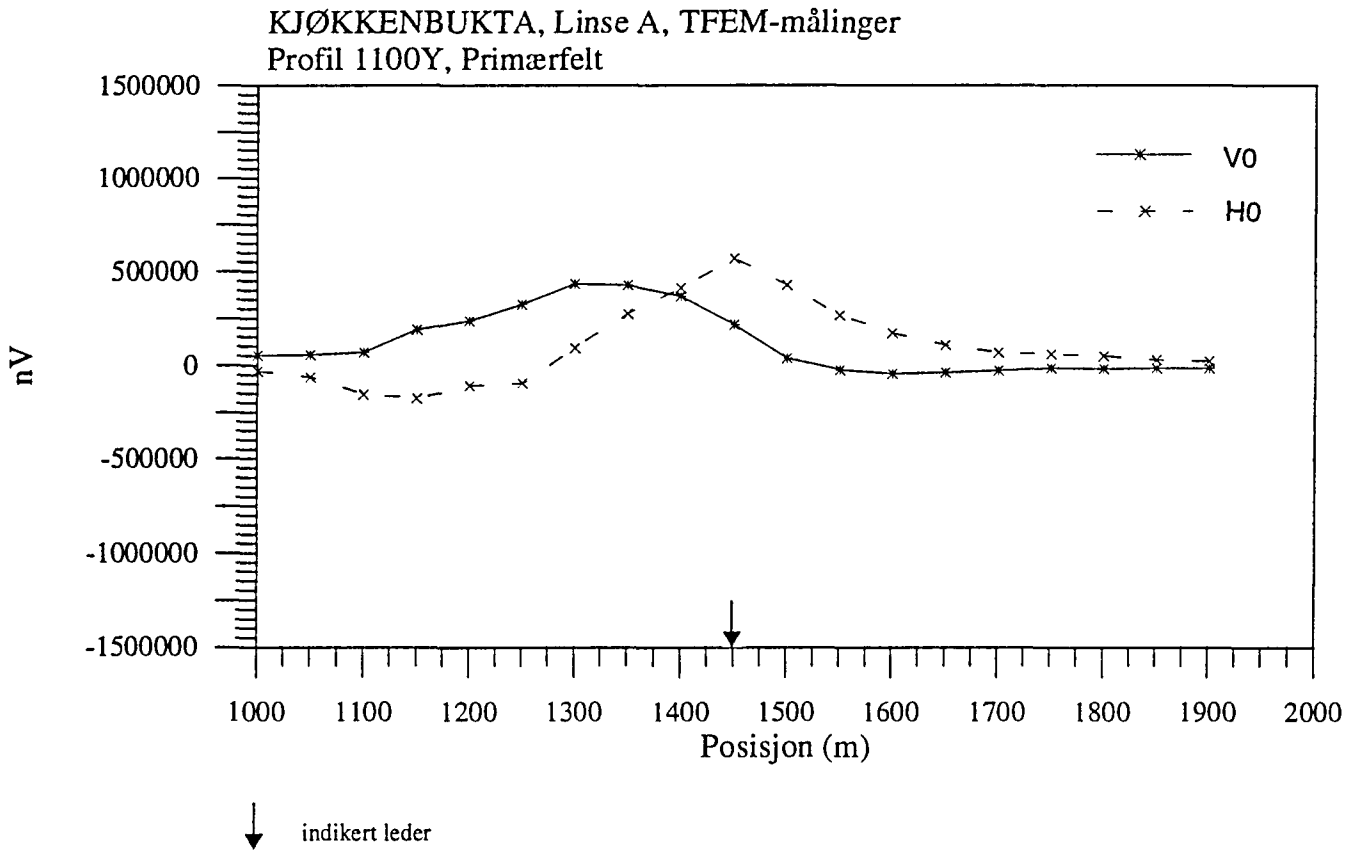
KJØKKENBUKTA, Linse A, TFEM-målinger  
Profil 1100Y, V1-V7



KJØKKENBUKTA, Linse A, TFEM-målinger  
Profil 1100Y, H1-H7

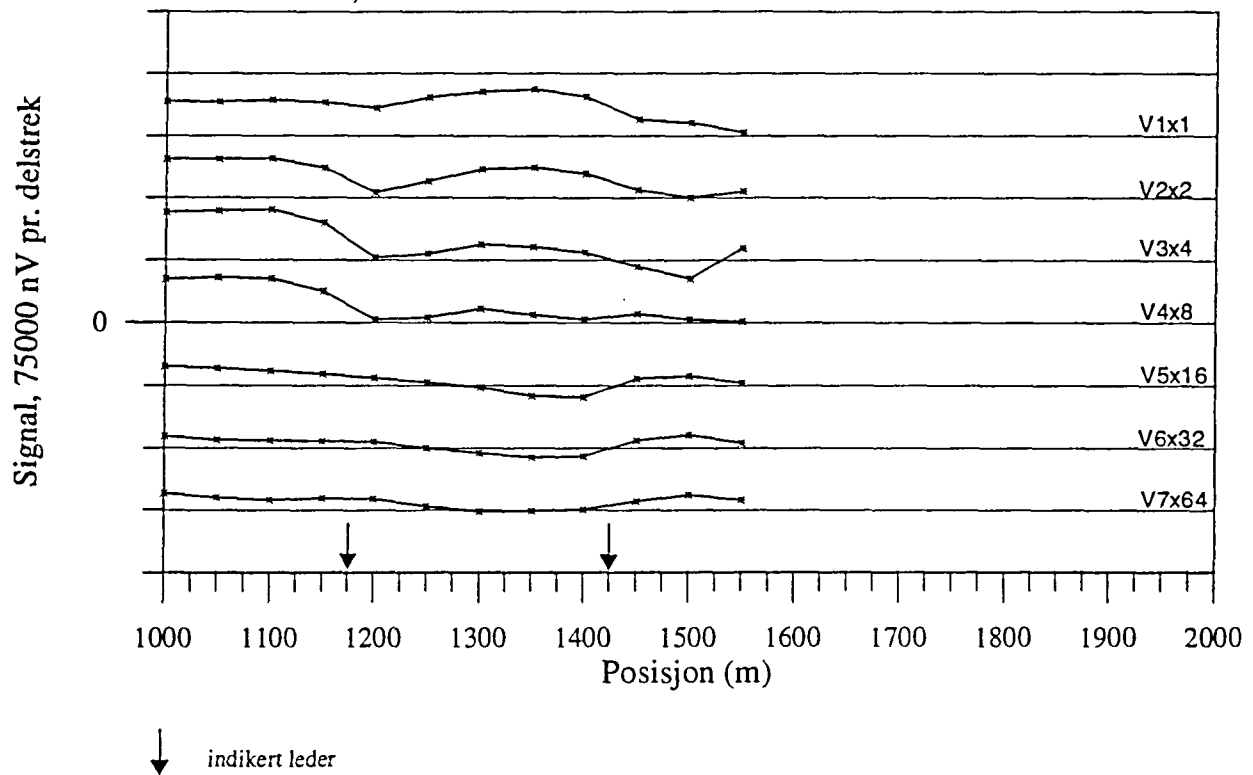


Figur 2.11 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1100Y

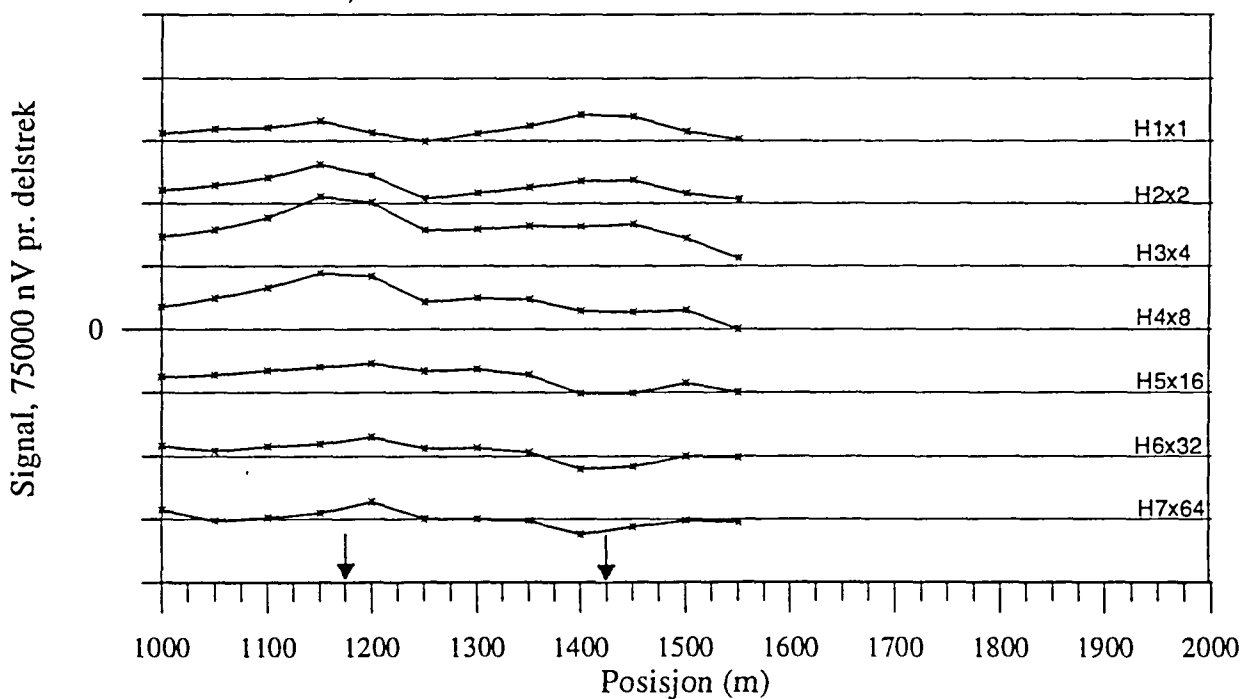


Figur 2.12 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Linse A, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, V1-V7

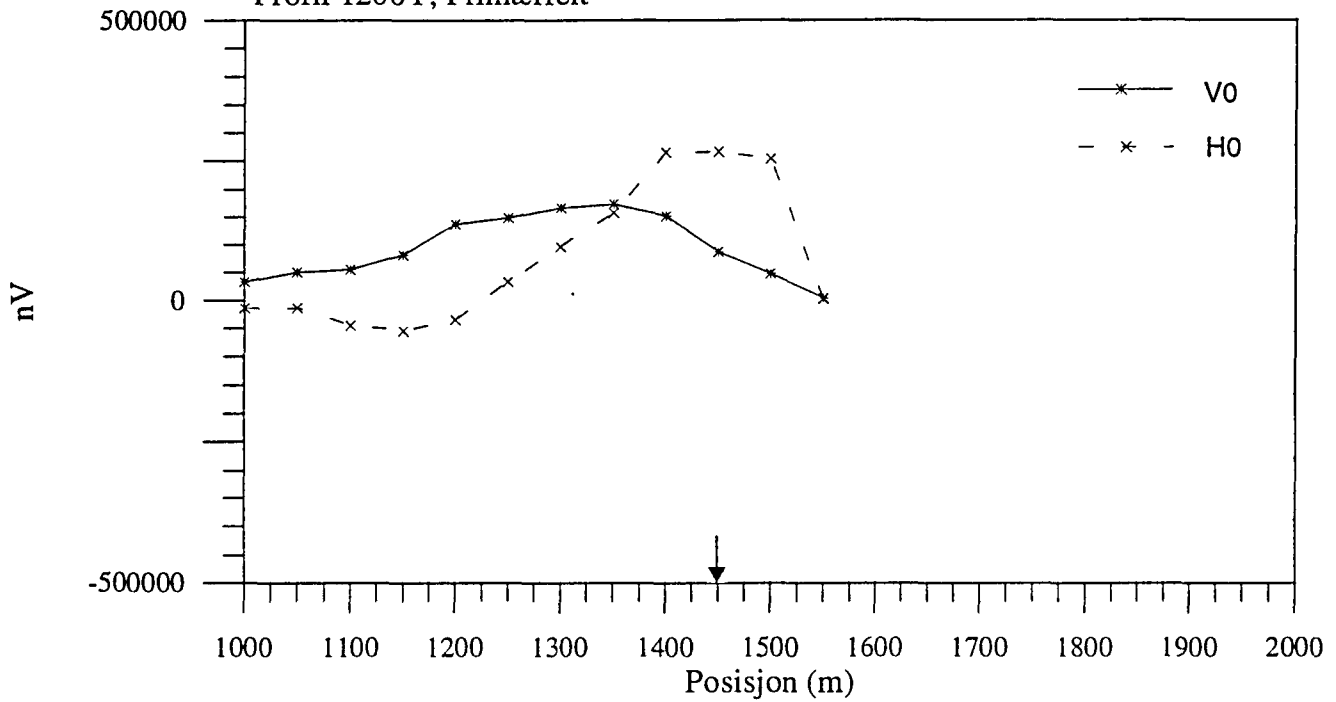


KJØKKENBUKTA, Linse A, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, H1-H7



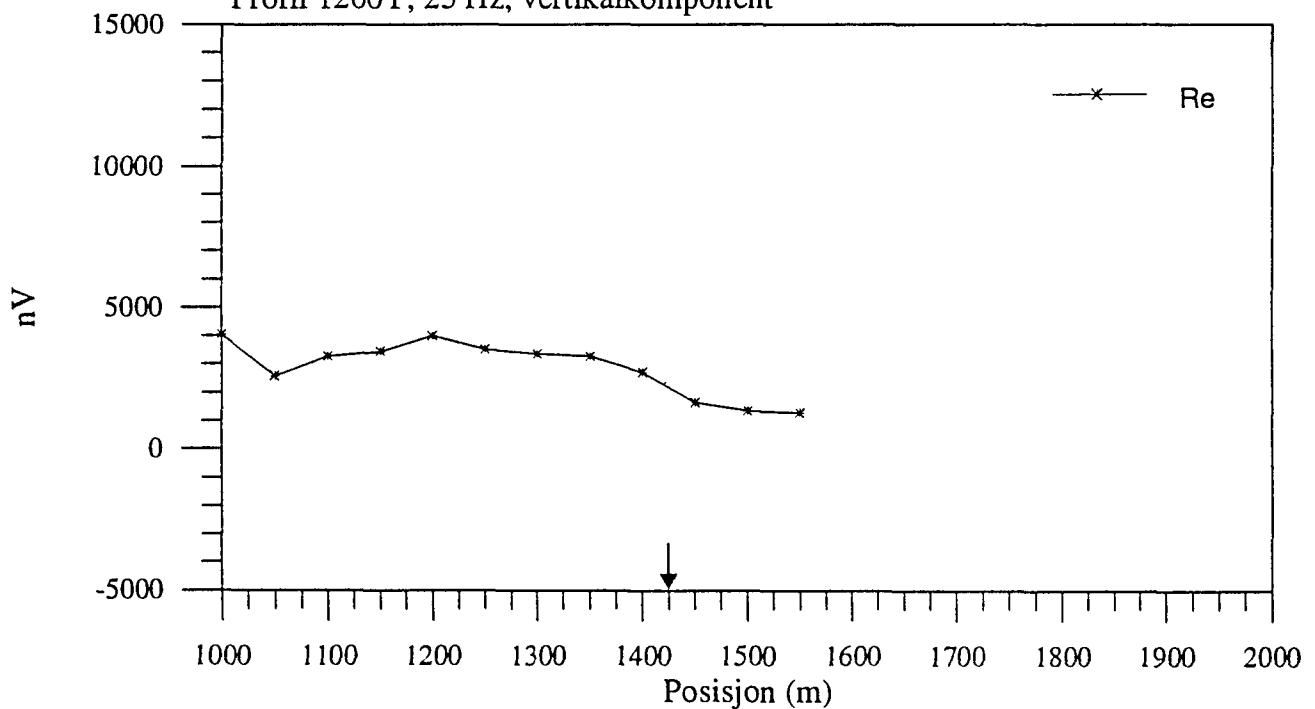
Figur 2.13 Vertikal og horisontalkanaler i tidssdomenet, profil 1200Y

KJØKKENBUKTA, Linse A, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, Primærfelt



↓ indikert leder

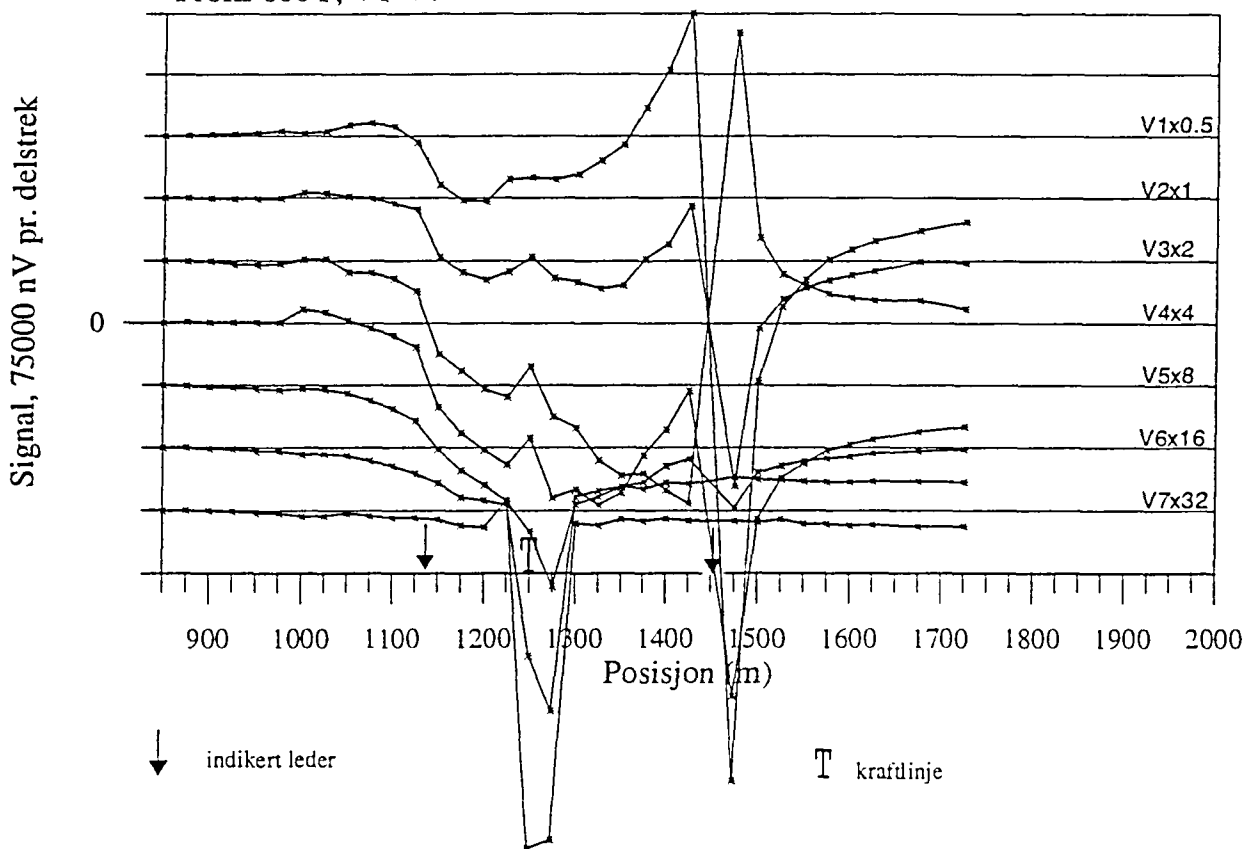
KJØKKENBUKTA, Linse A, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, 25 Hz, vertikalkomponent



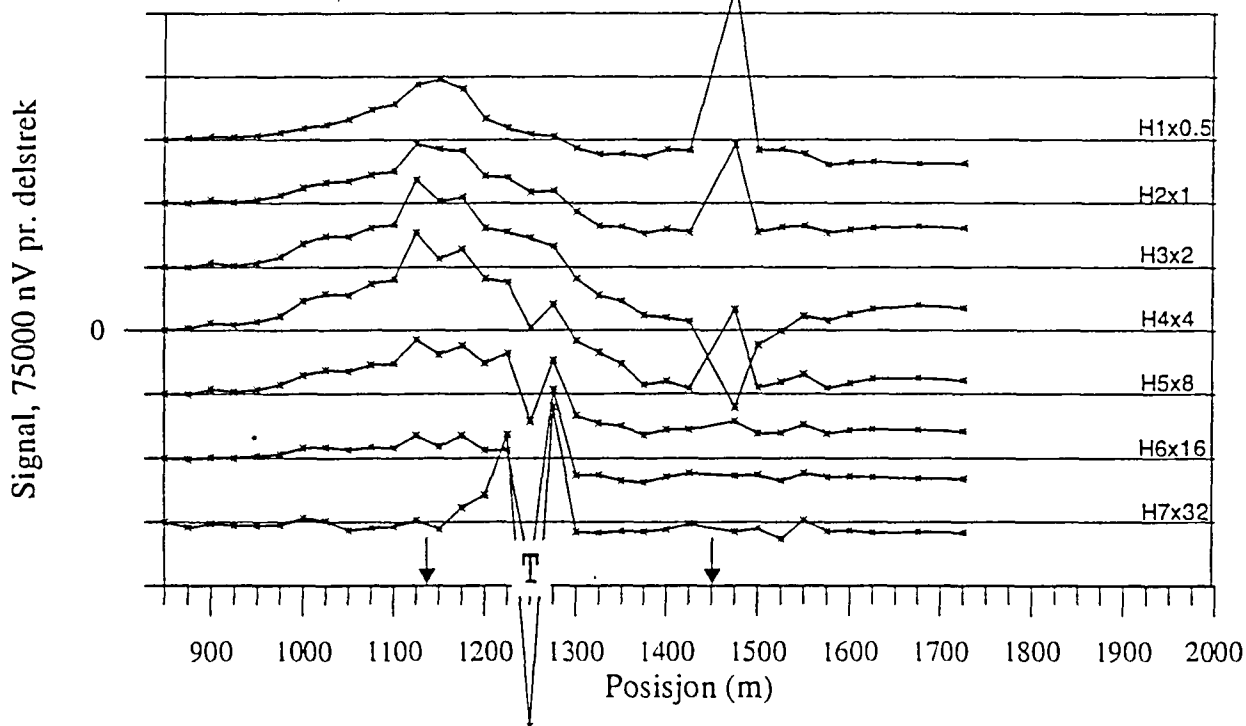
Figur 2.14 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

- Databilag 3
- Figur 3.1 - 3.24 TFEM profilplott av tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet, jording Nordmalmen nisje 8.
  - Figur 3.25 Kotekart av horisontalkomponent, jording Nordmalmen nisje 8.
  - Figur 3.26 Geologisk snitt gjennom bh 3/77, 5/77 og 6/77 med angitt geofysisk dypindikasjon.

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 600Y, V1-V7

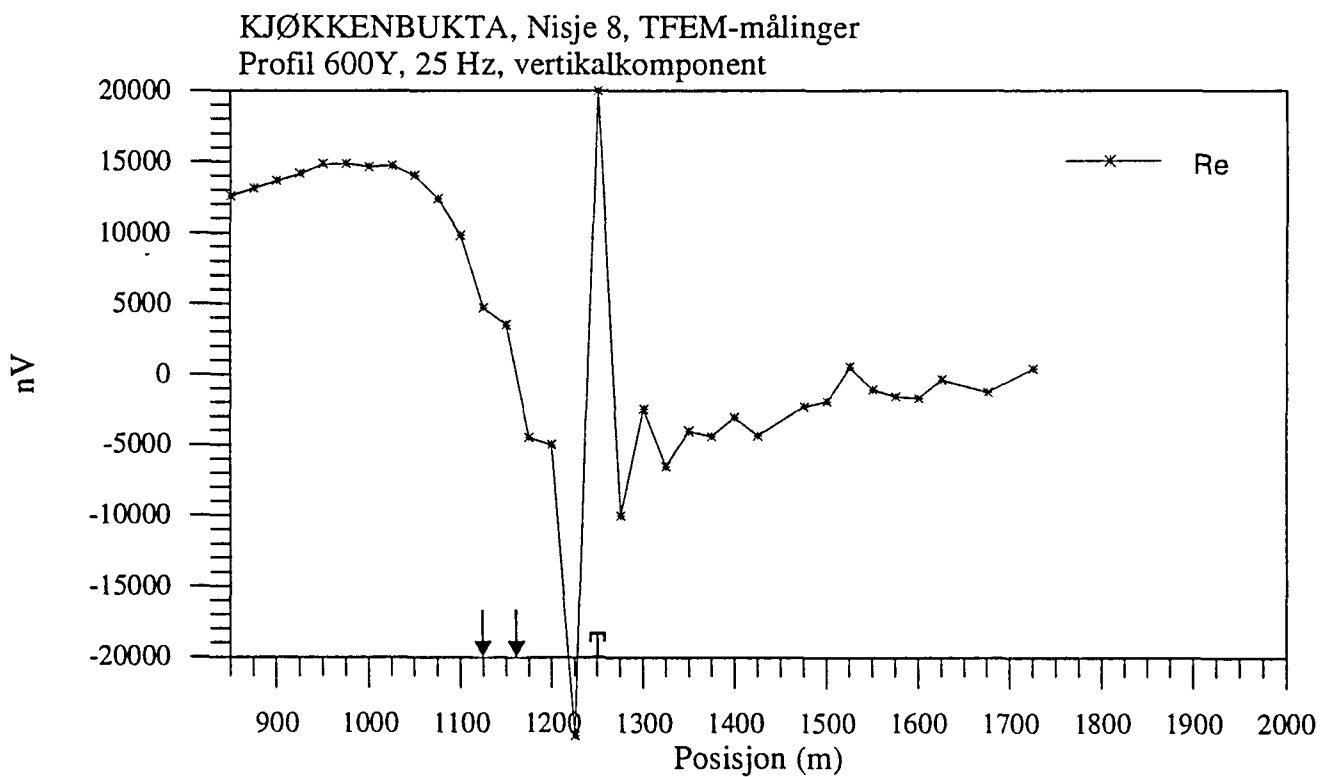
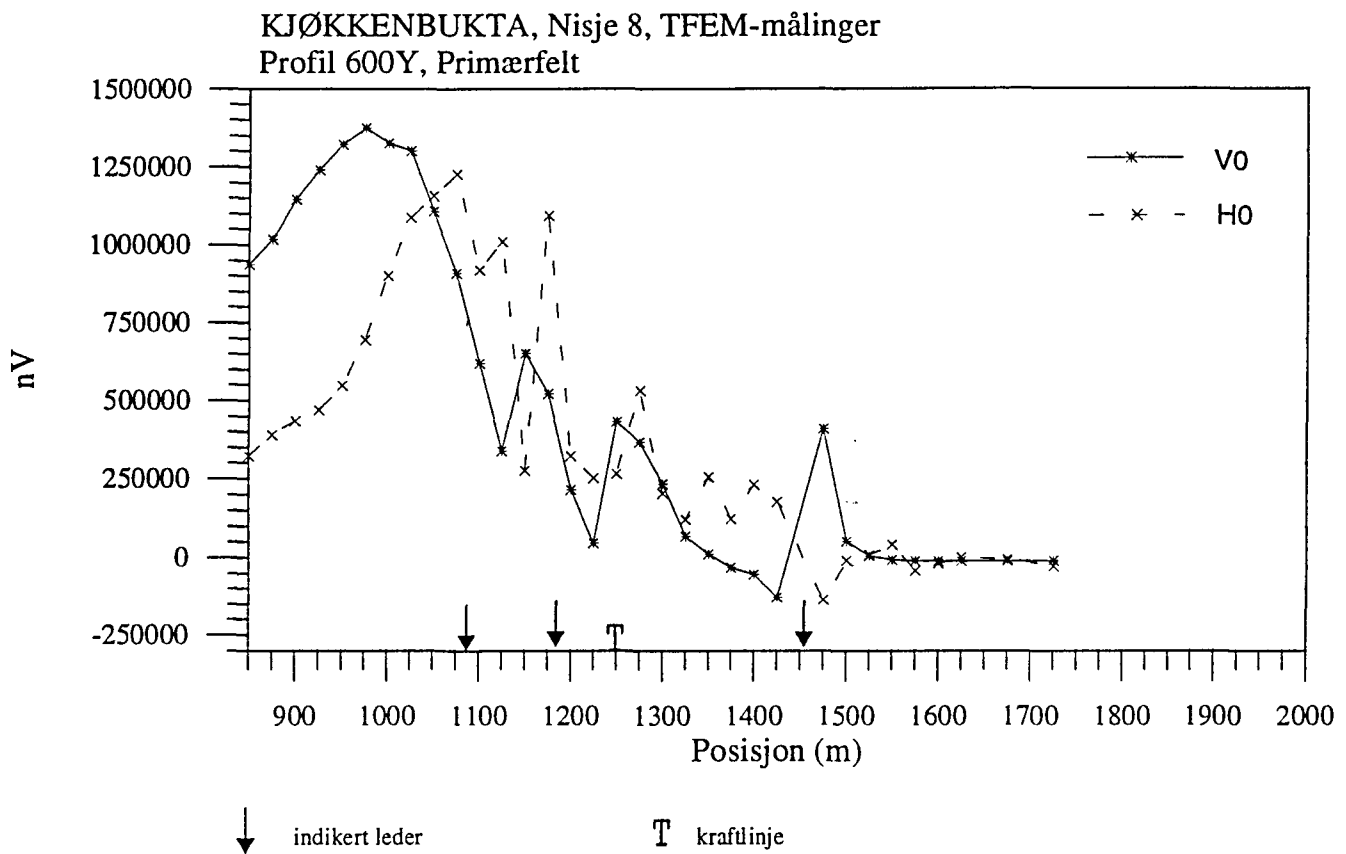


KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 600Y, H1-H7

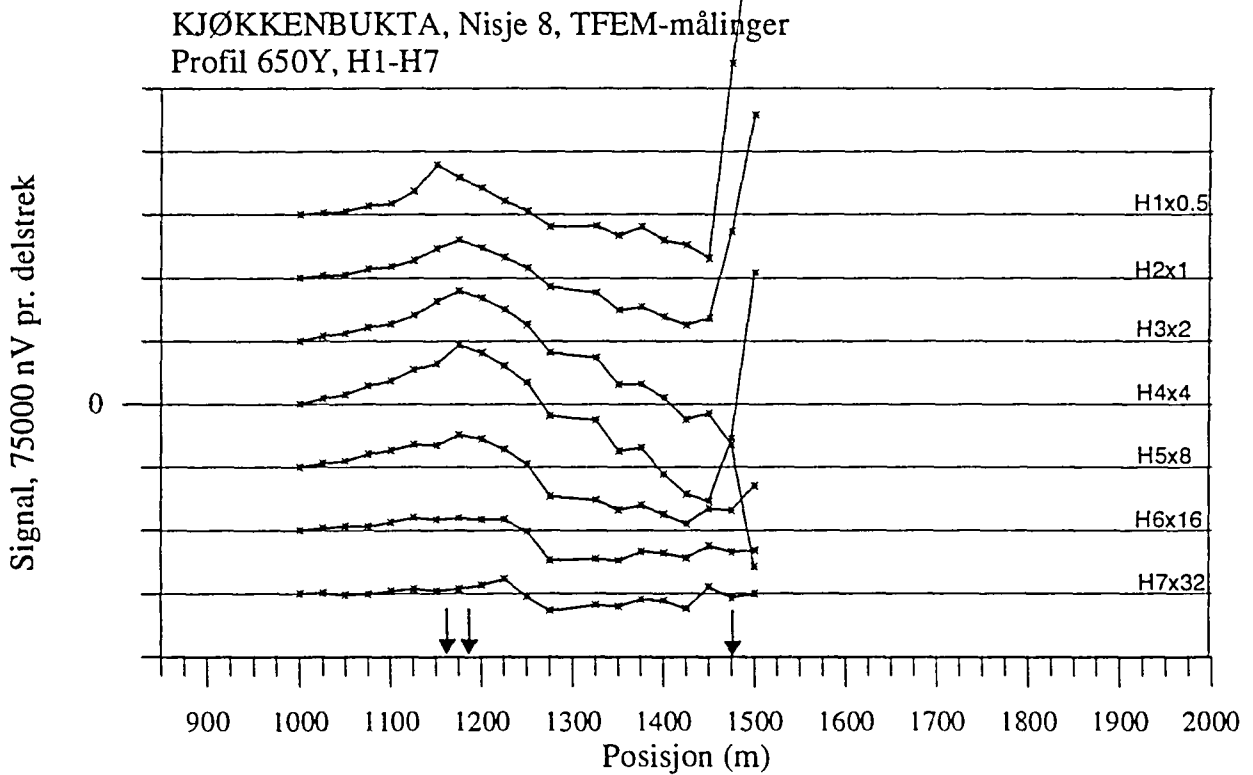
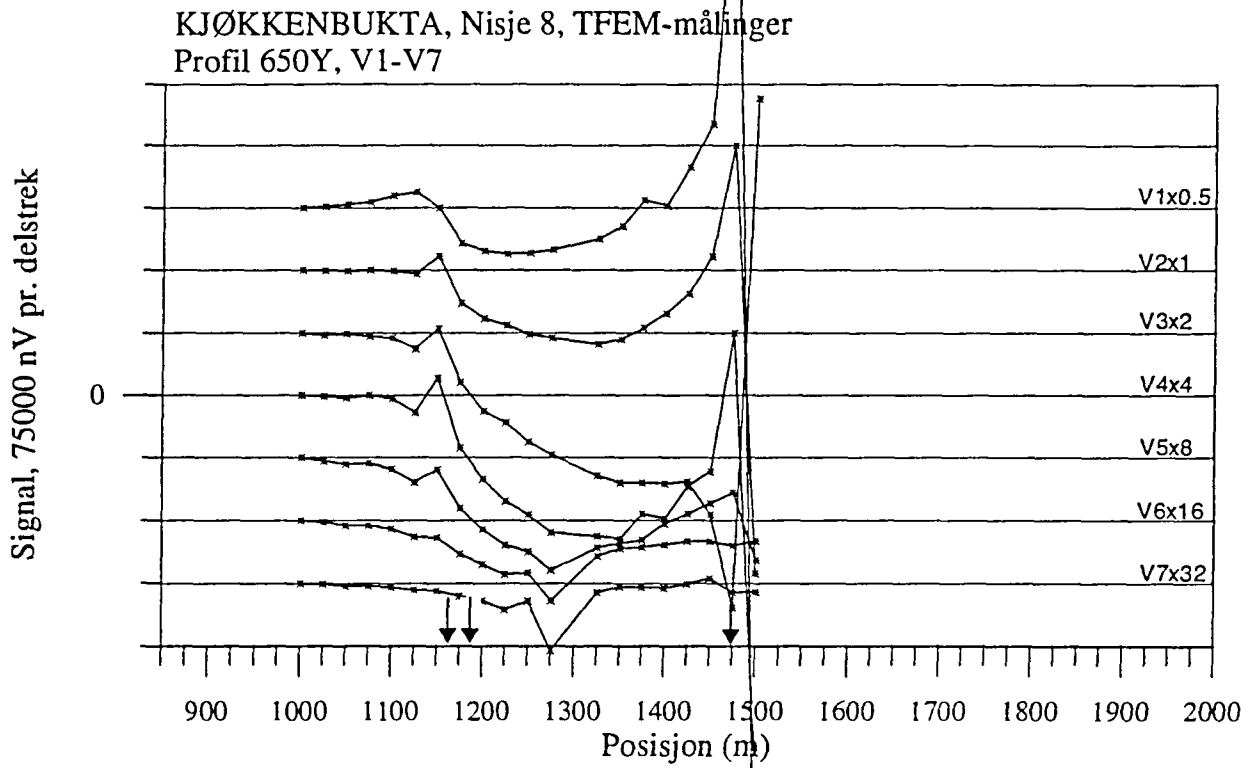


Figur 3.1 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 600Y

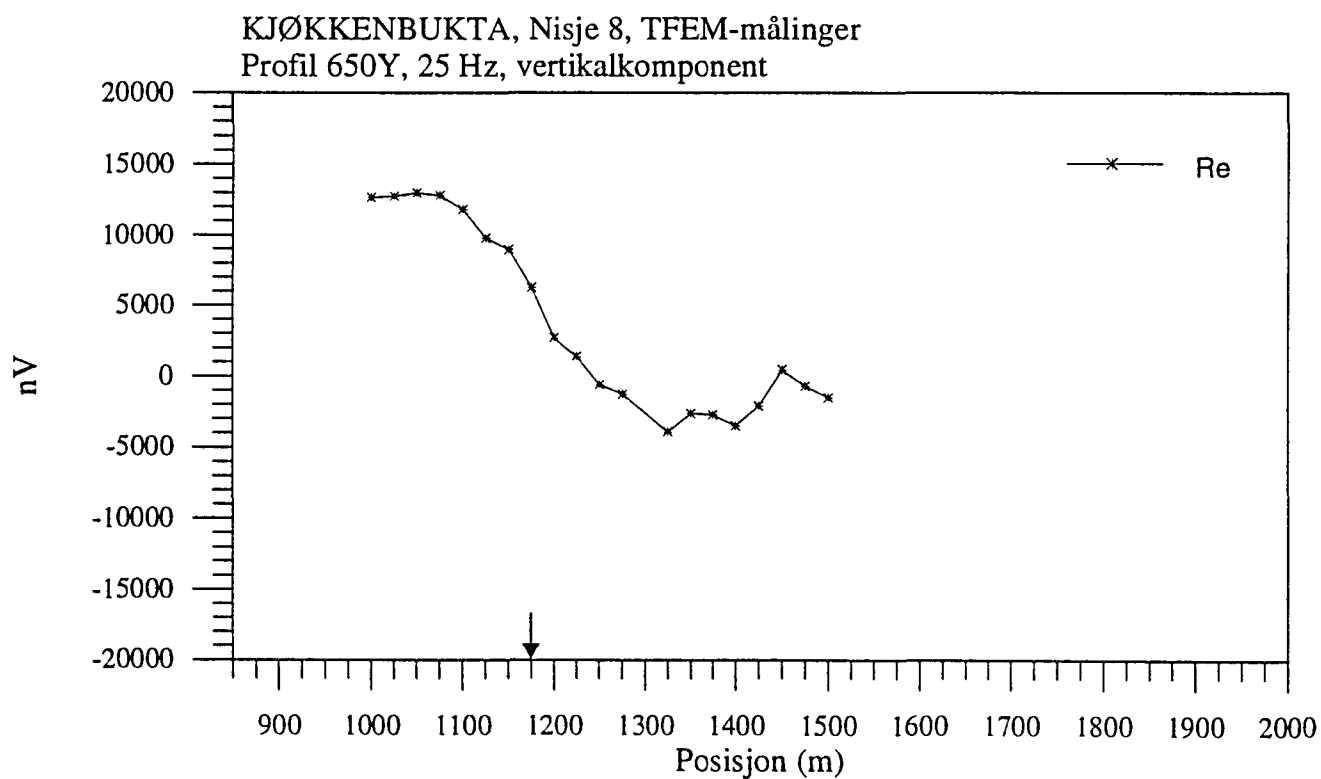
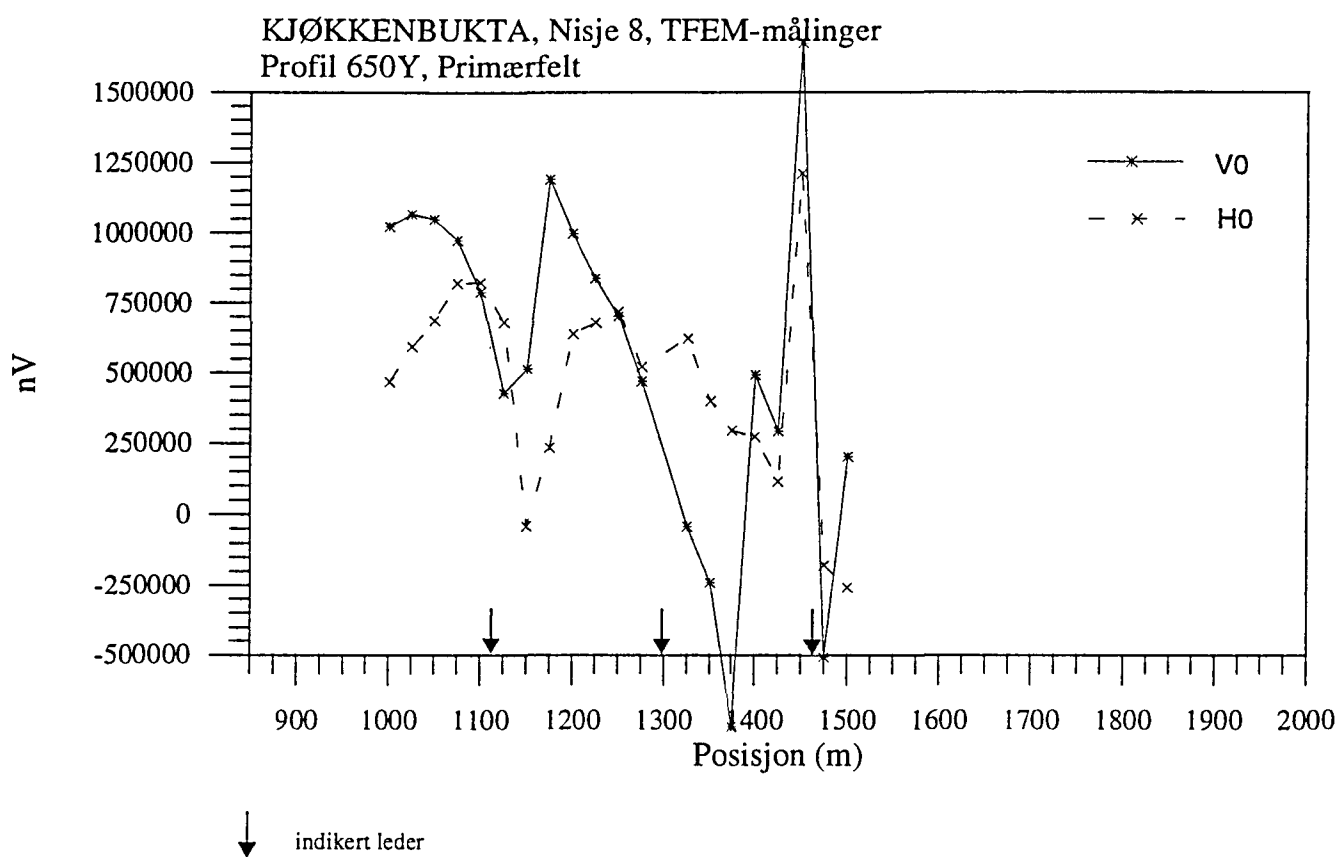




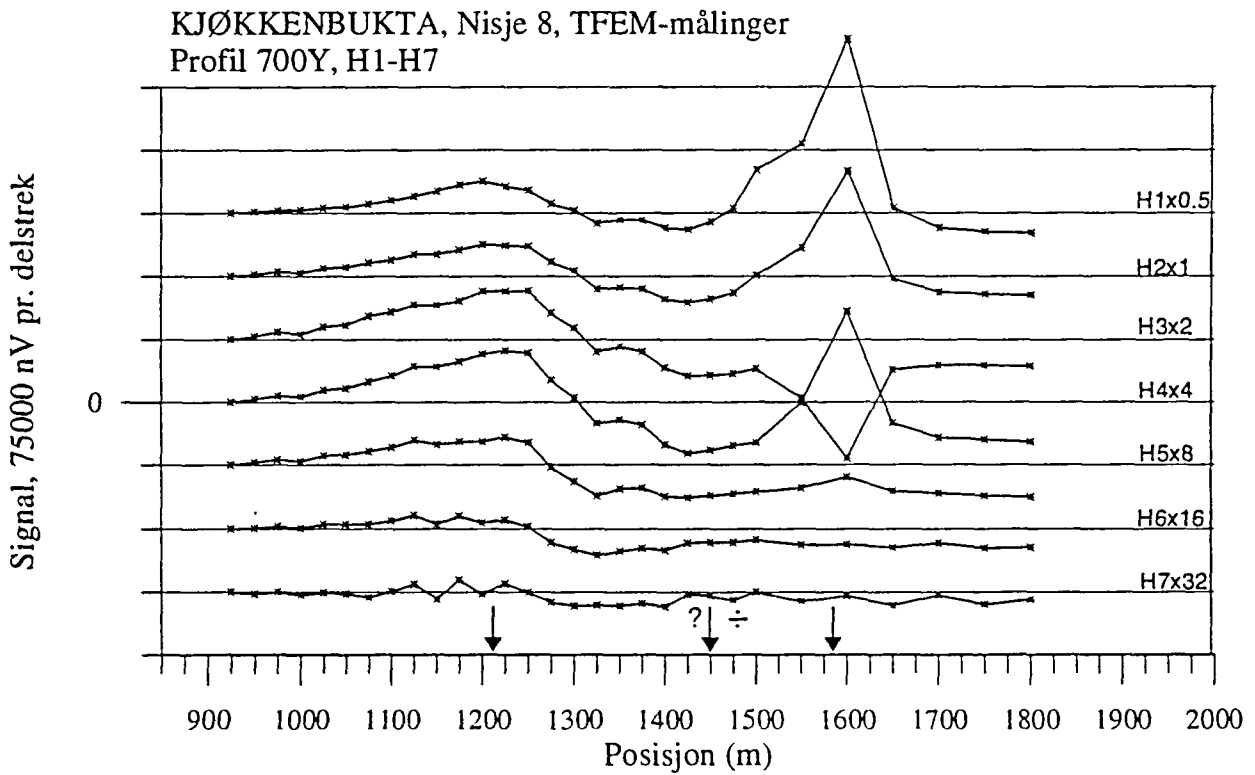
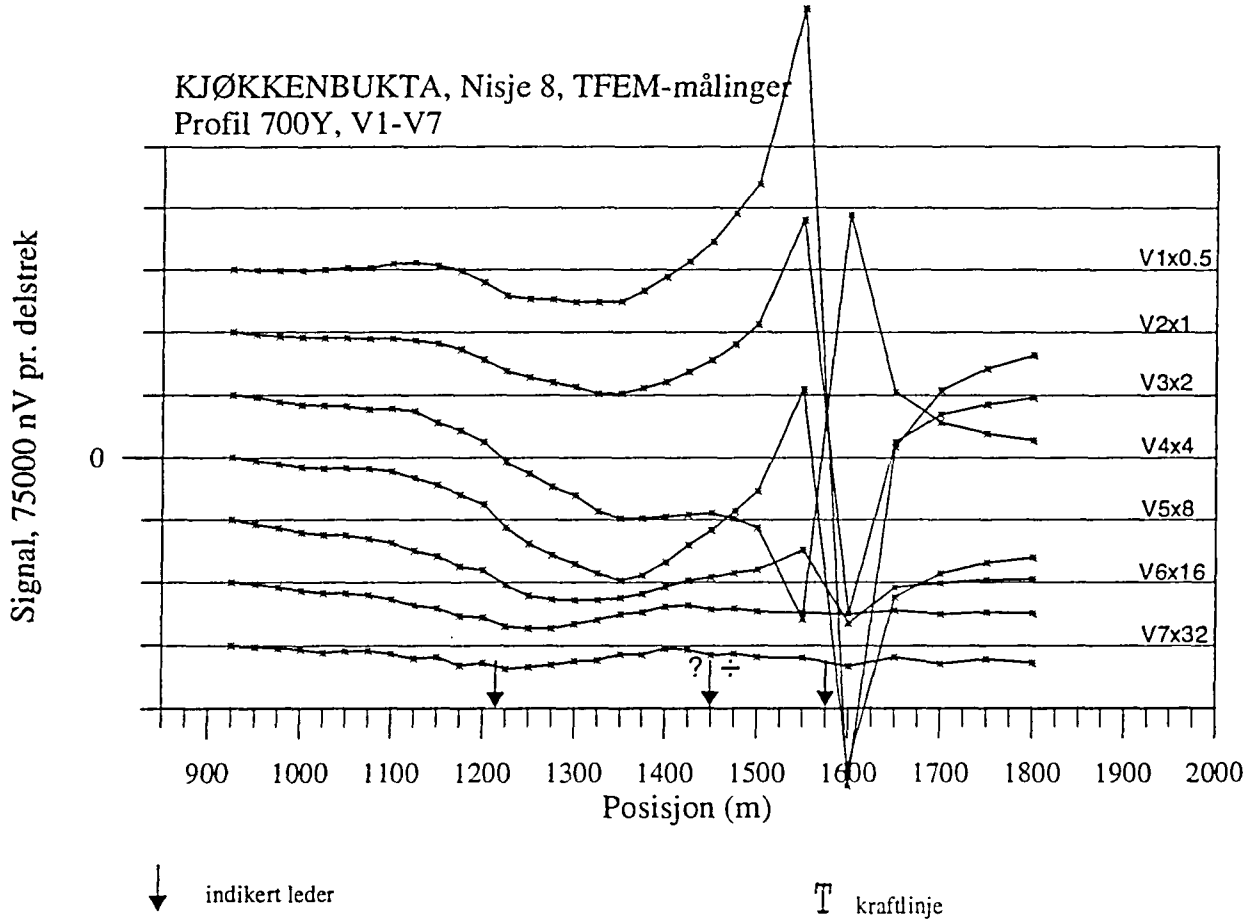
Figur3.2 Primærfelt H0,V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet



Figur 3.3 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 650Y

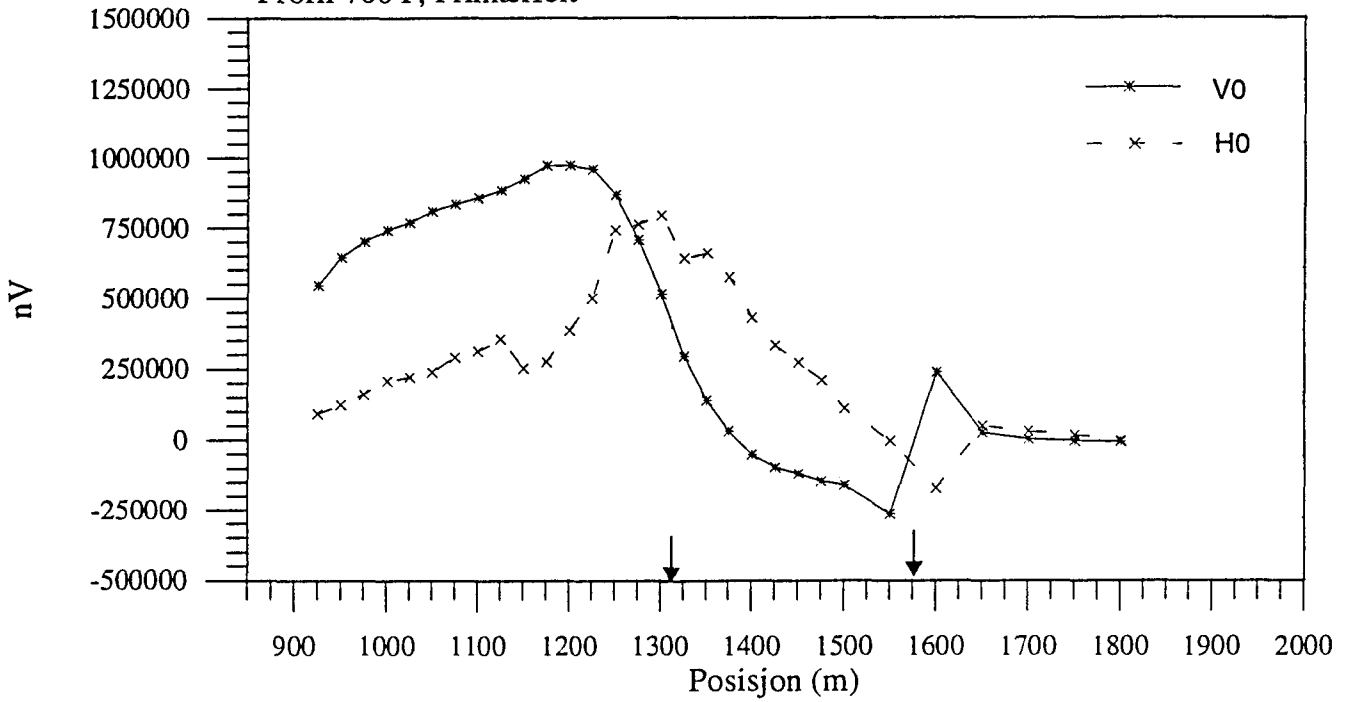


Figur 3.4 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet



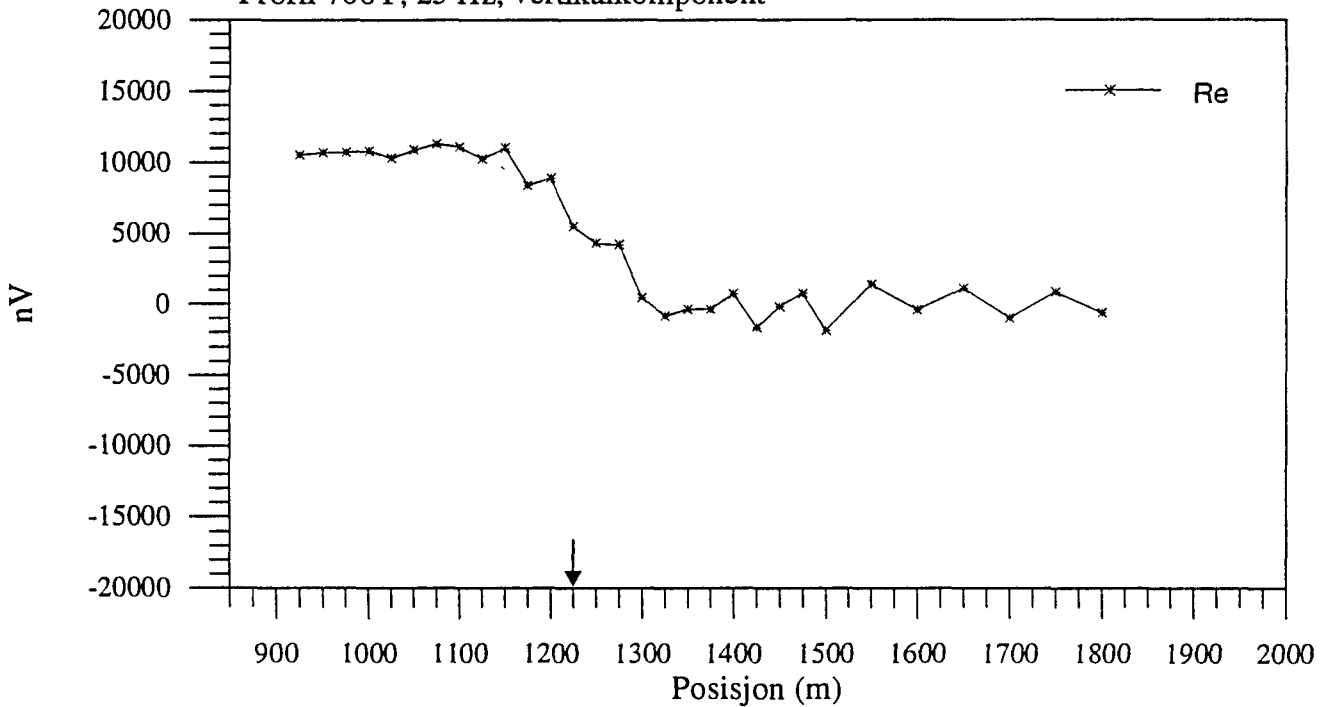
Figur 3.5 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 700Y

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 700Y, Primærfelt



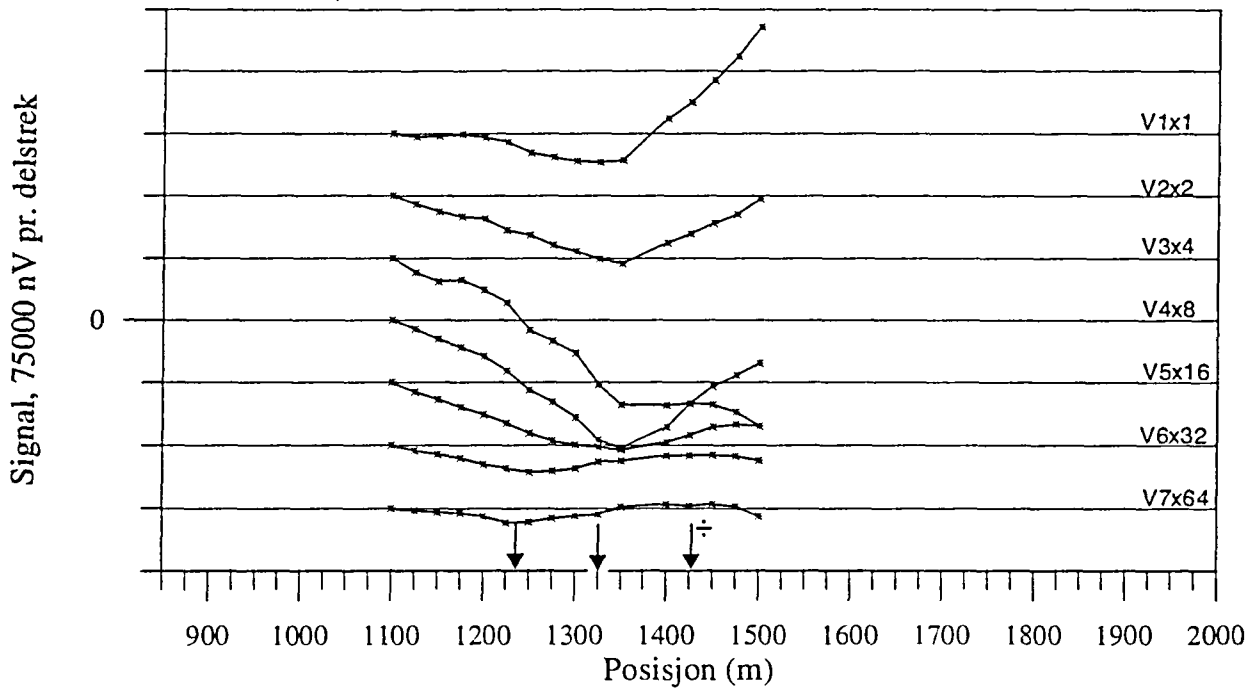
↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 700Y, 25 Hz, vertikalkomponent

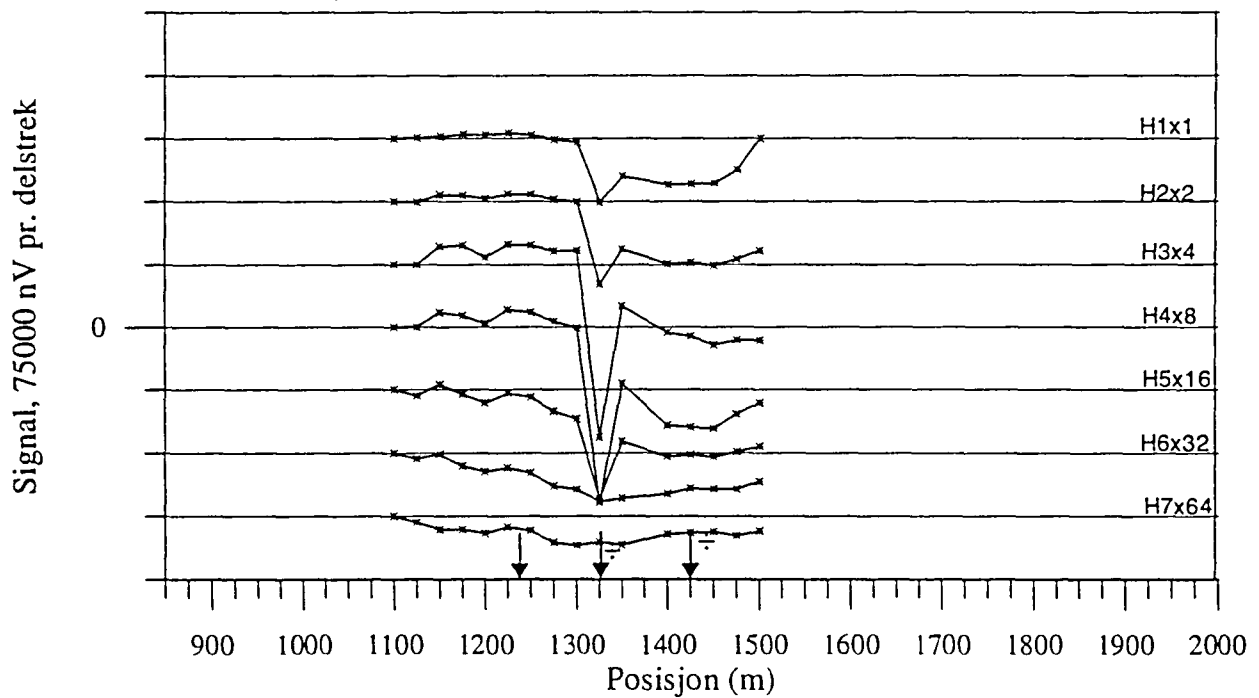


Figur 3.6 Primærfelt H0,V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 750Y, V1-V7

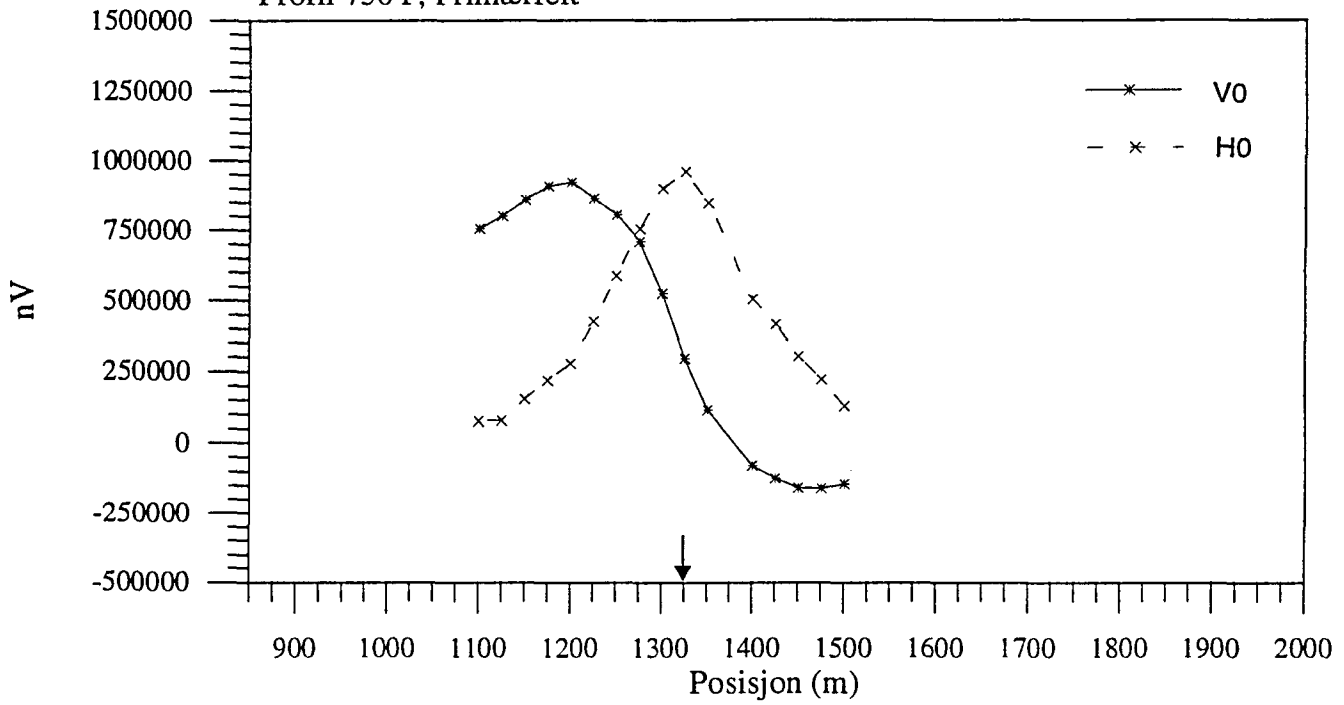


KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 750Y, H1-H7



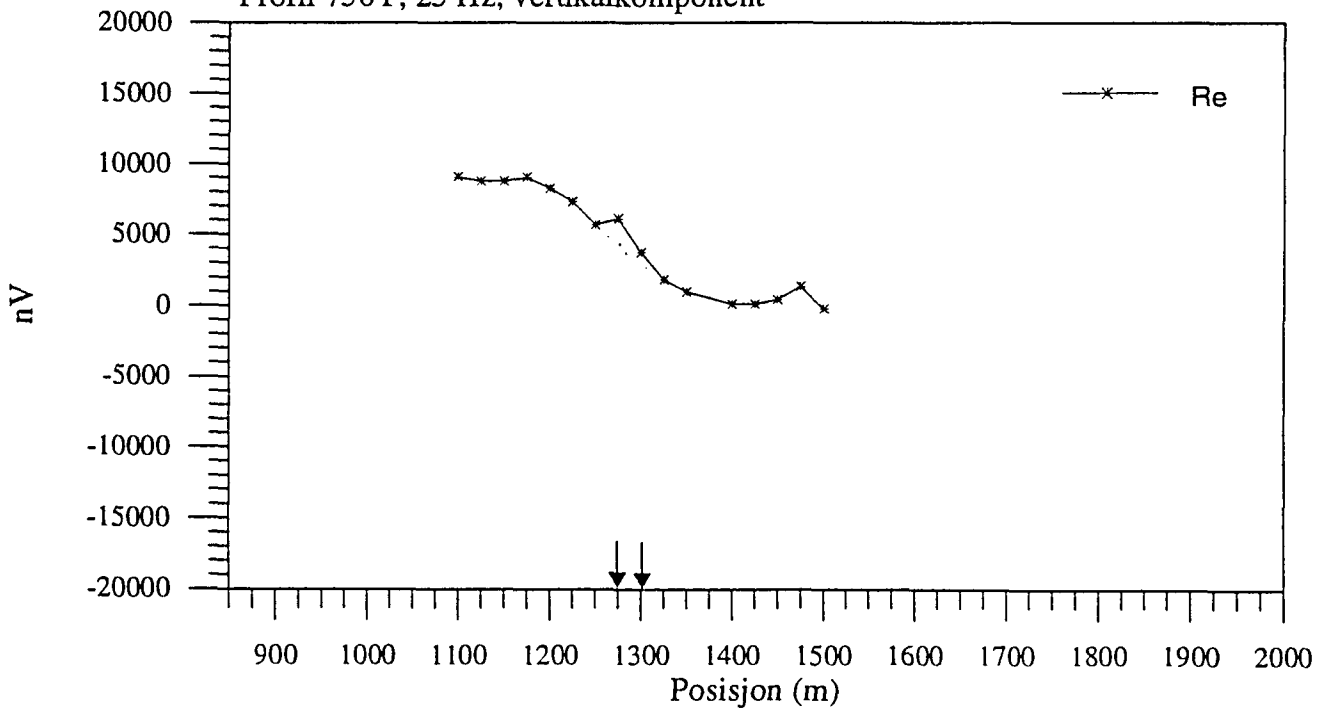
Figur 3.7 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 750Y

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 750Y, Primærfelt

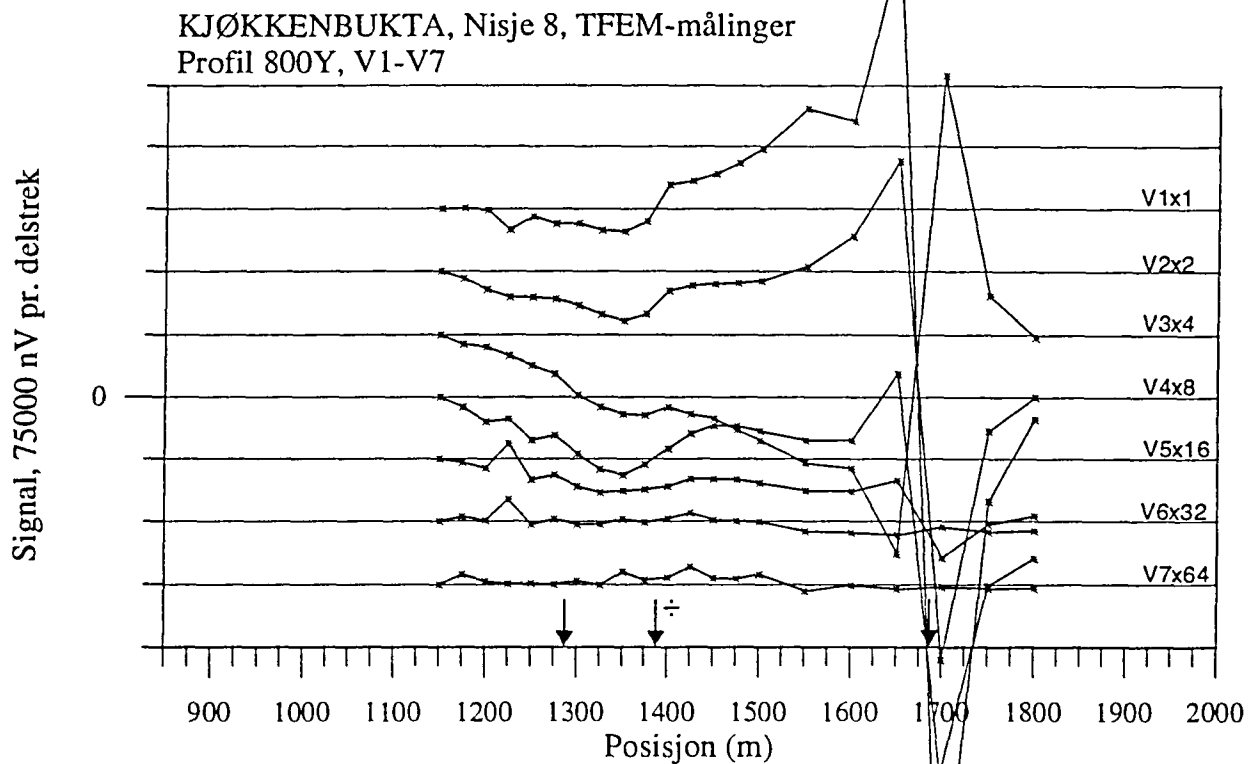


↓ indikert leder

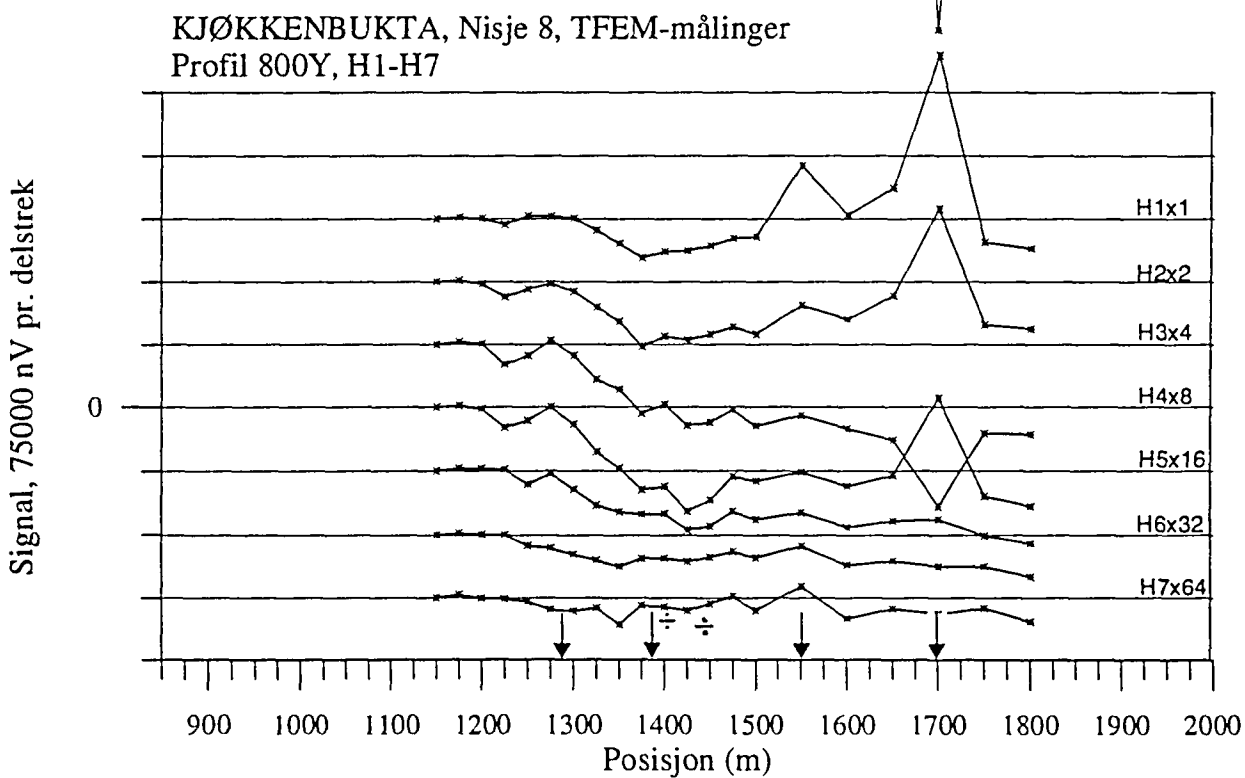
KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 750Y, 25 Hz, vertikalkomponent



Figur 3.8 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet



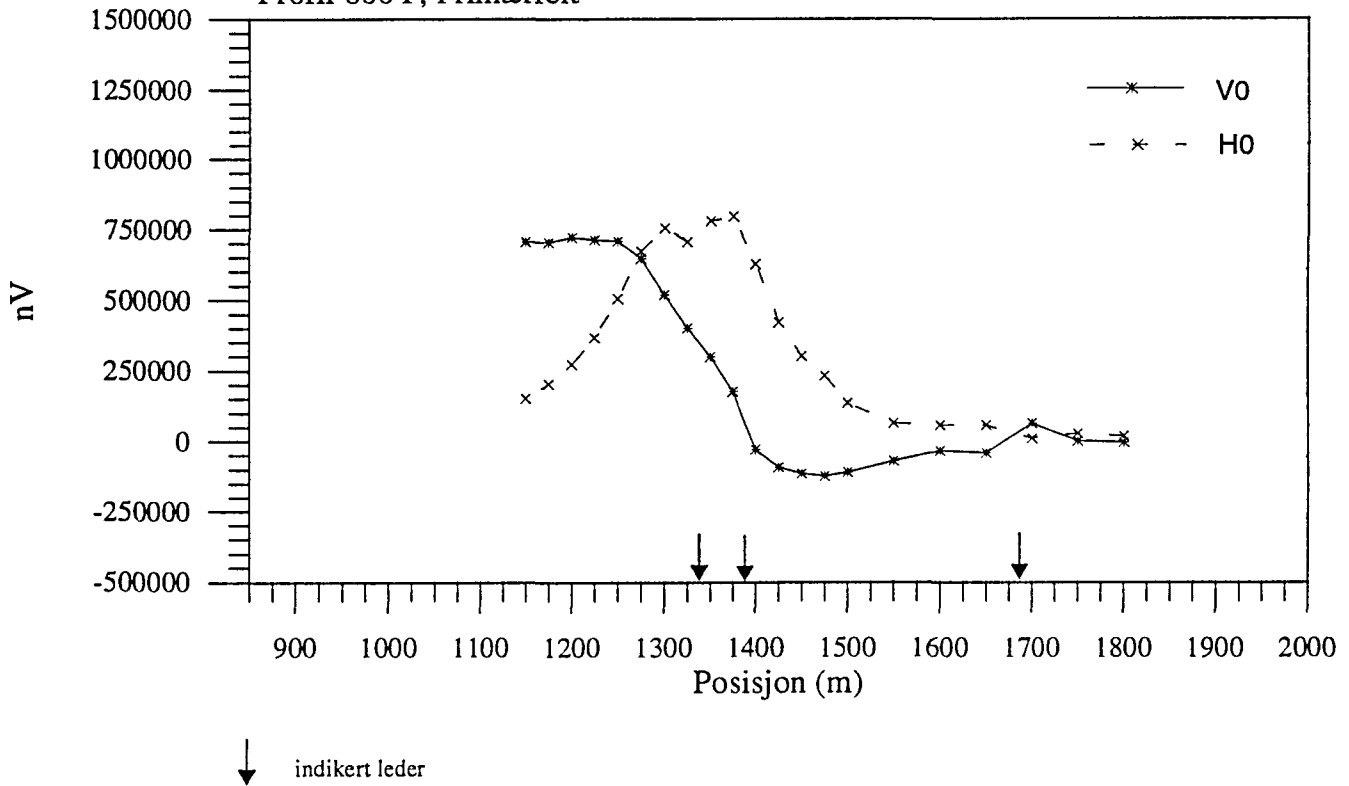
↓ indikert leder



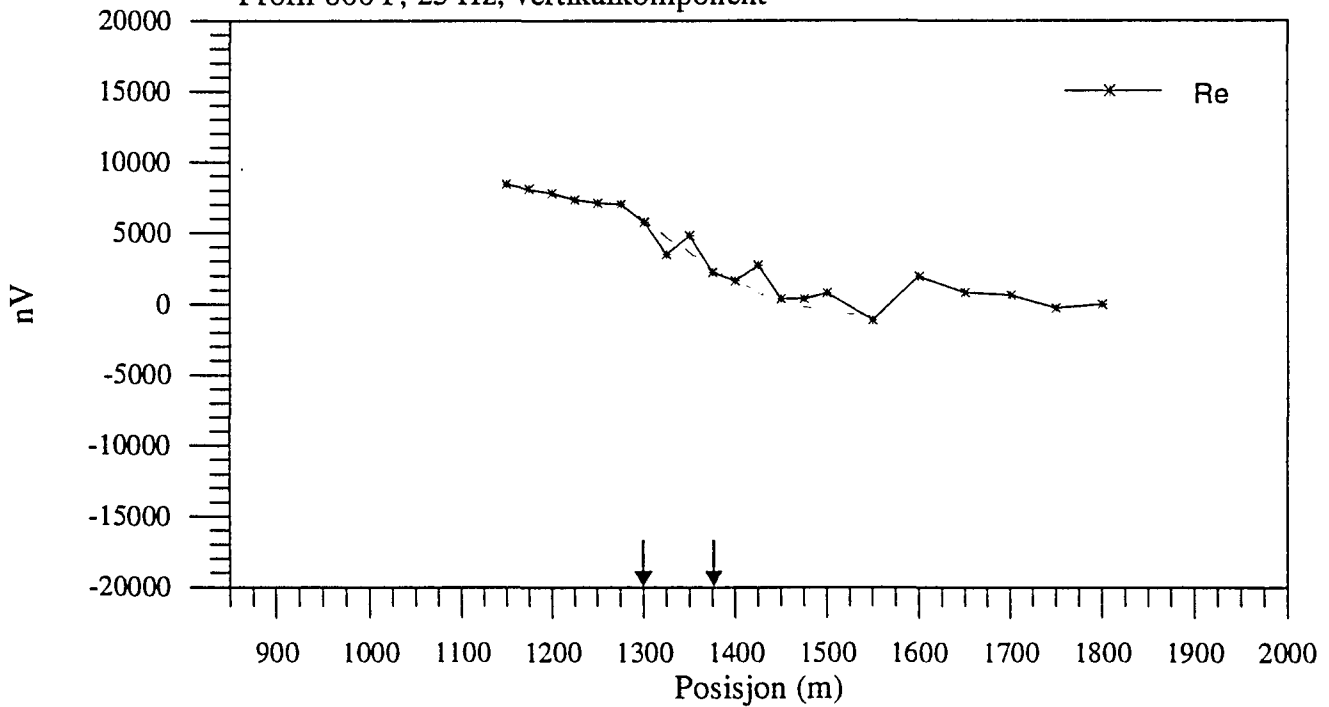
Figur 3.9 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 800Y



KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 800Y, Primærfelt

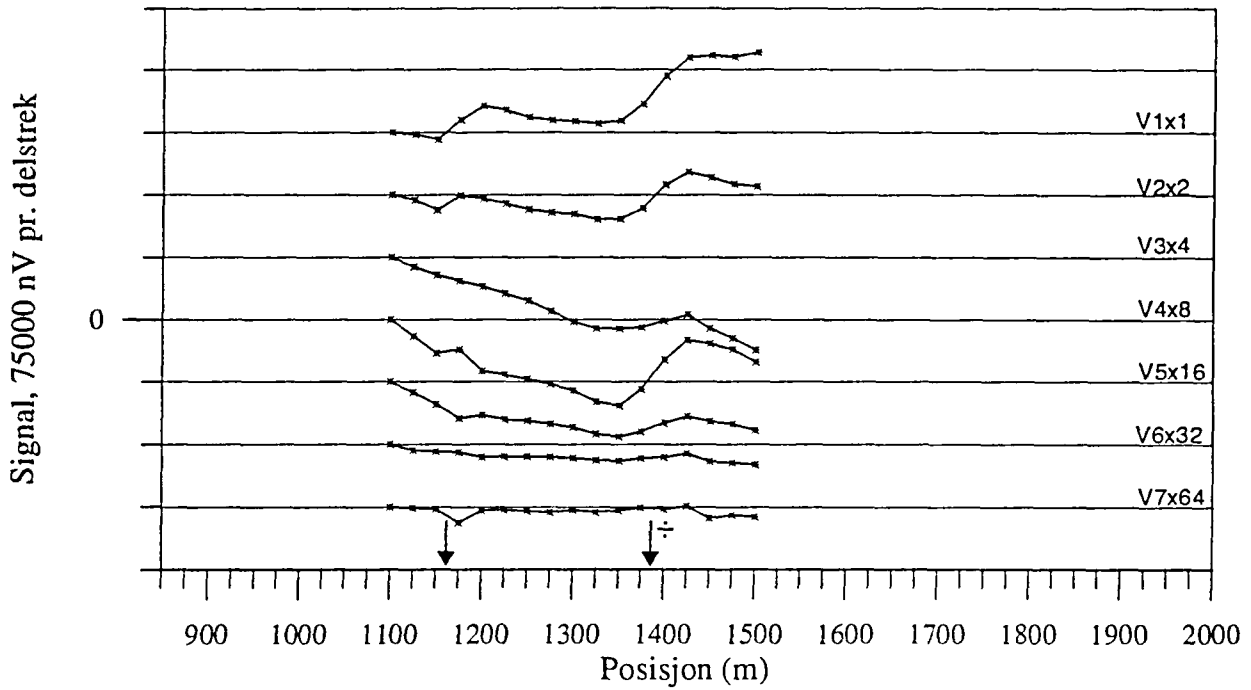


KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 800Y, 25 Hz, vertikalkomponent

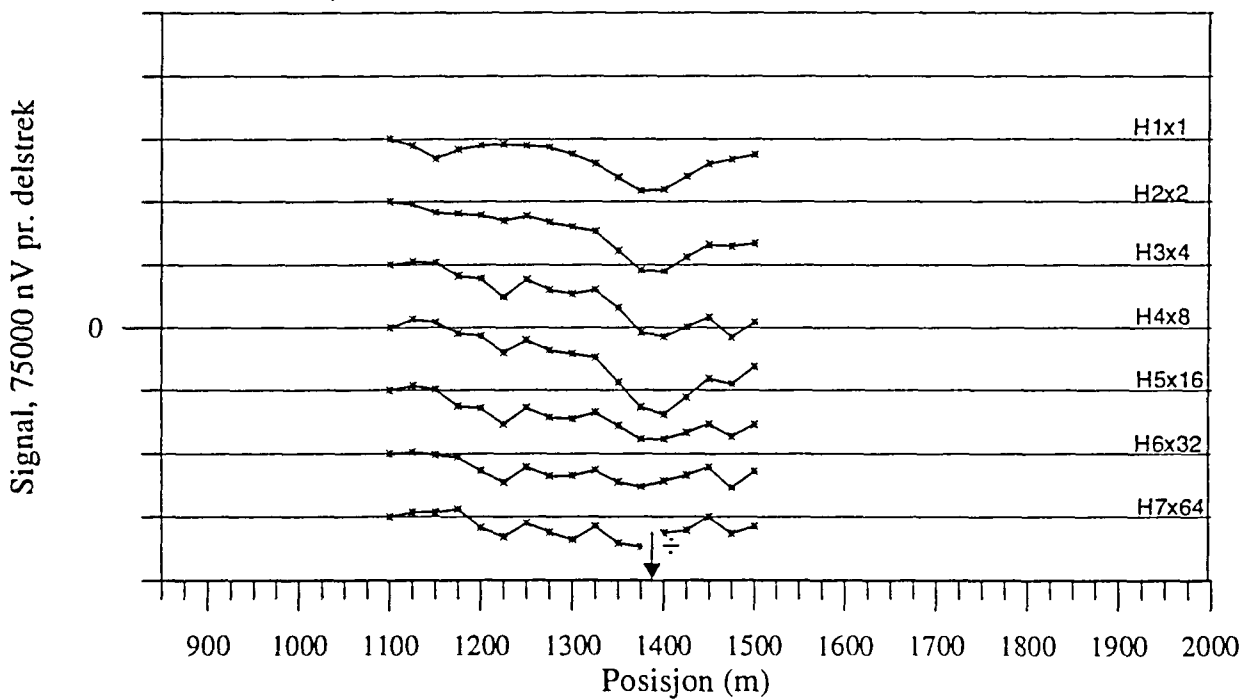


Figur 3.10 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 850Y, V1-V7

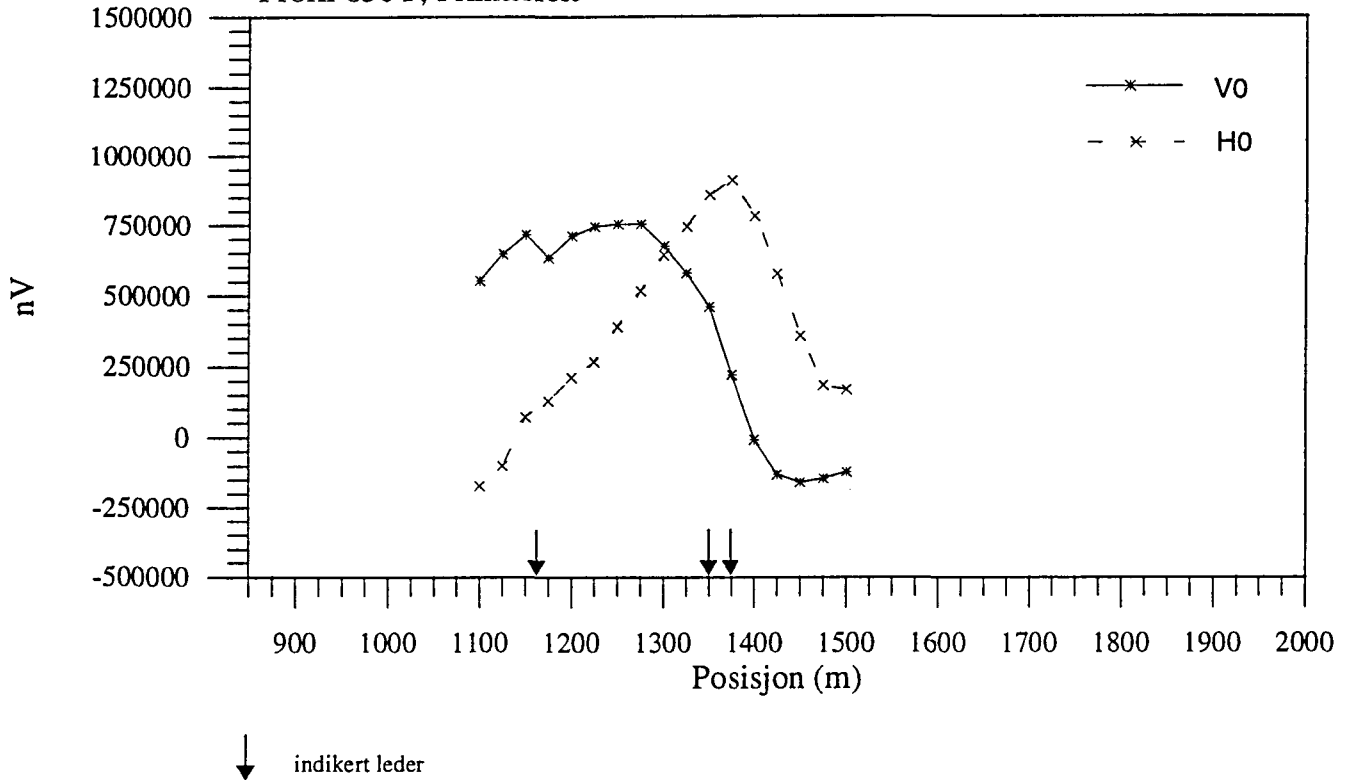


KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 850Y, H1-H7

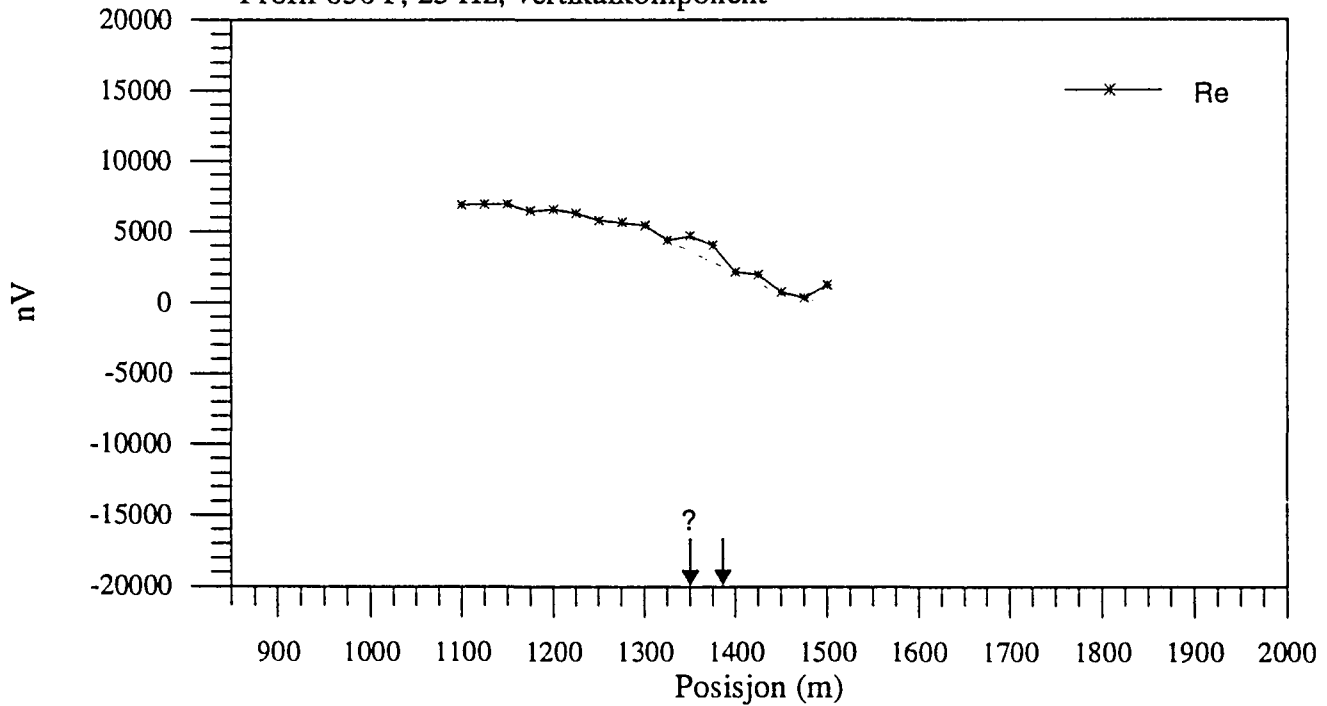


Figur 3.11 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 850Y

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 850Y, Primærfelt

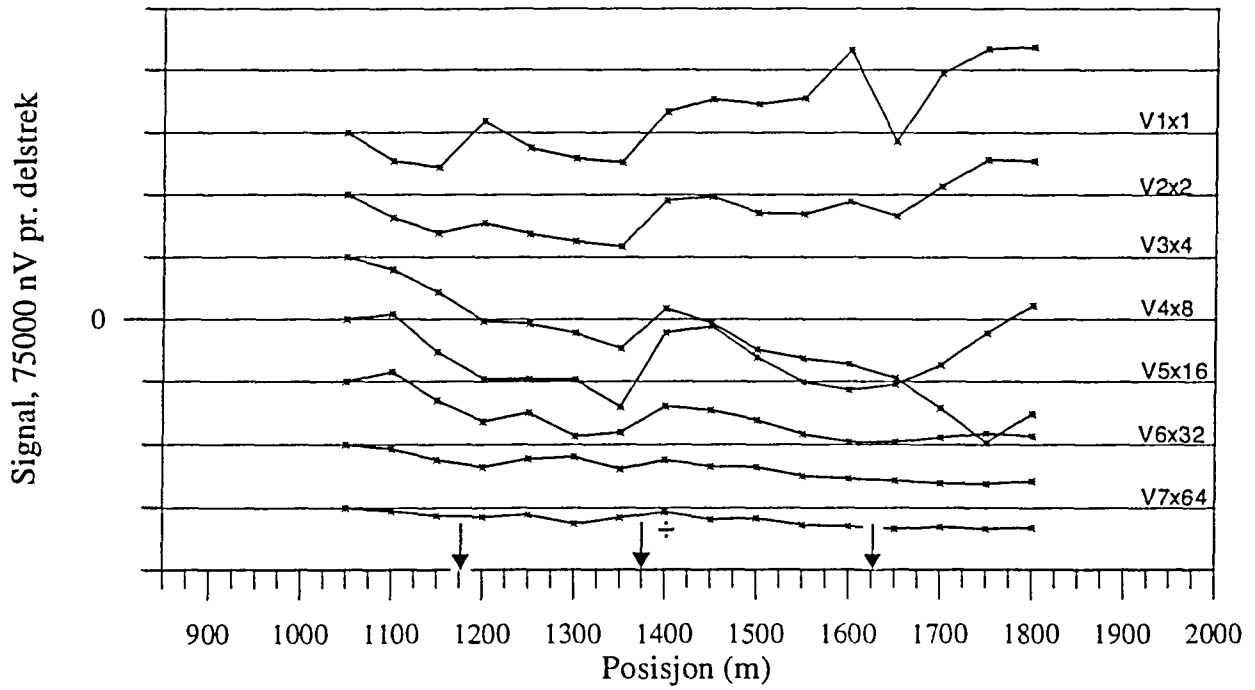


KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 850Y, 25 Hz, vertikalkomponent



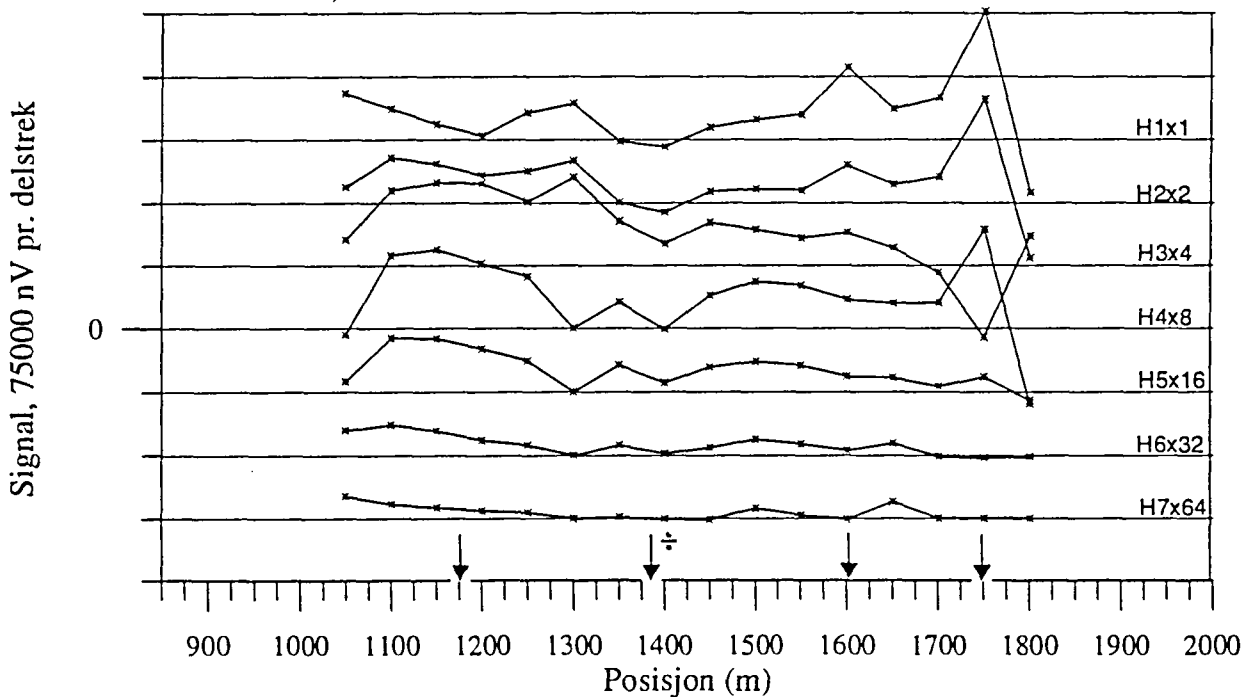
Figur 3.12 Primærfelt H0, VO og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 900Y, V1-V7



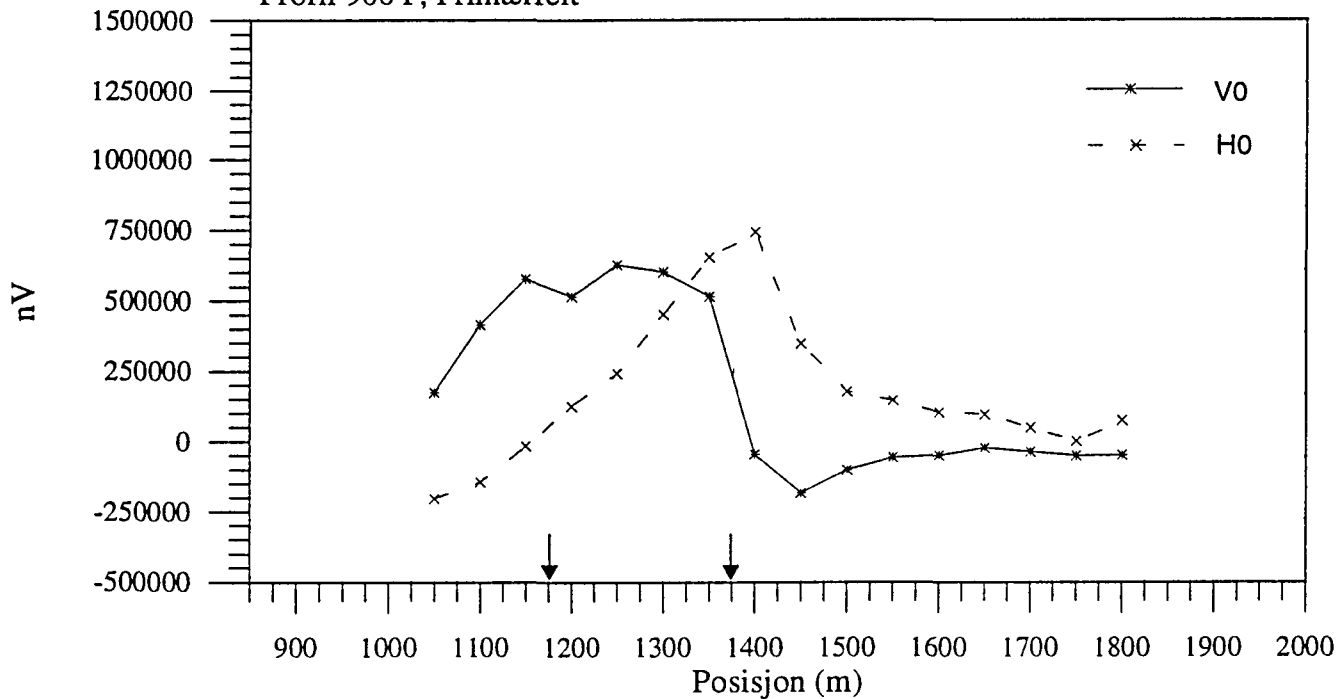
↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 900Y, H1-H7



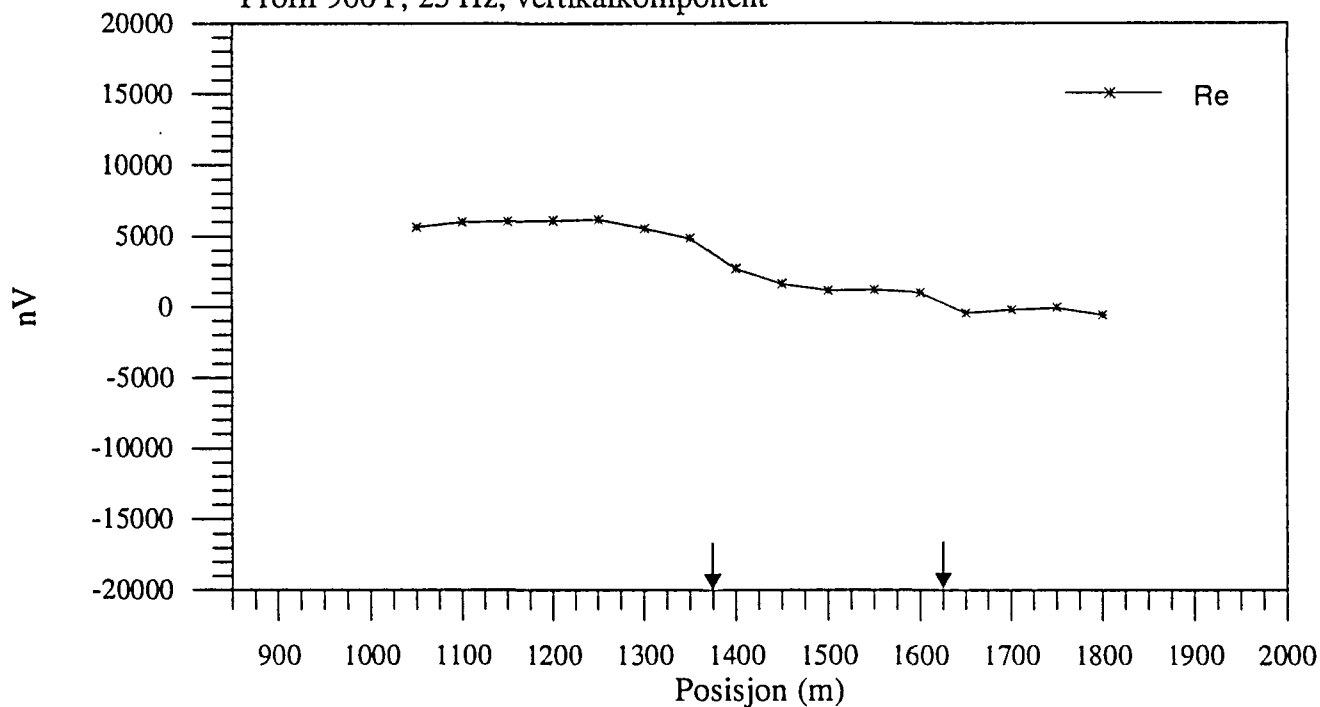
Figur 3.13 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 900Y

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 900Y, Primærfelt



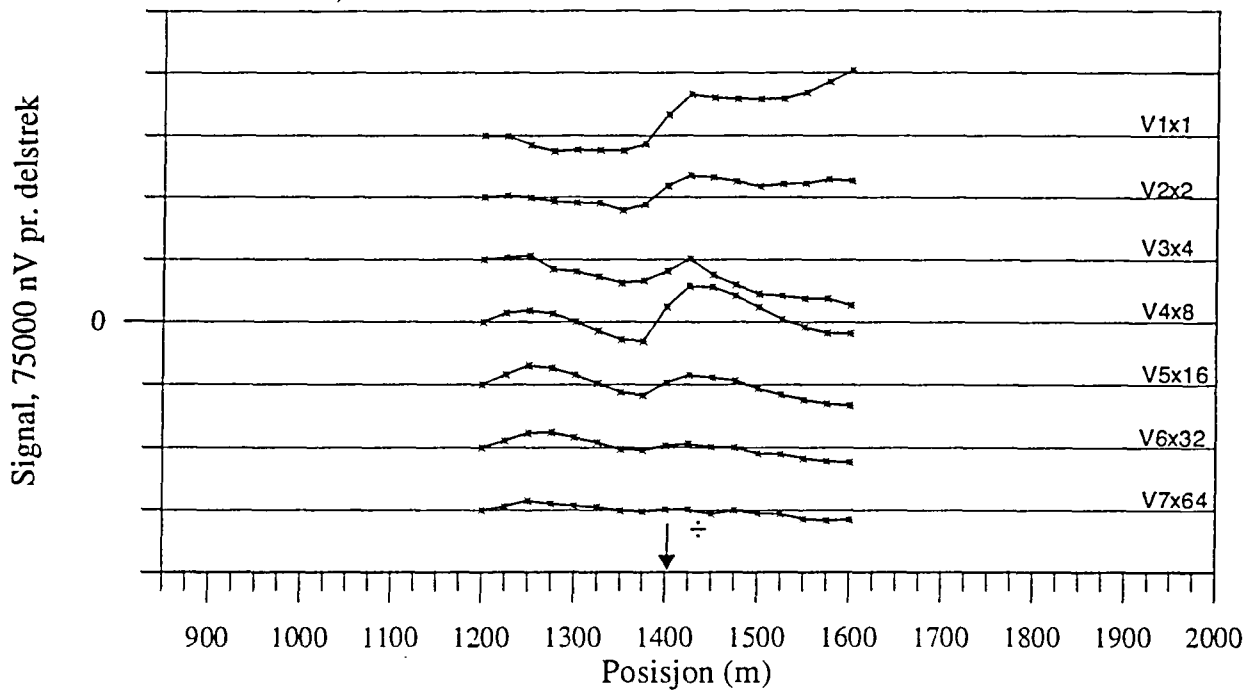
↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 900Y, 25 Hz, vertikalkomponent

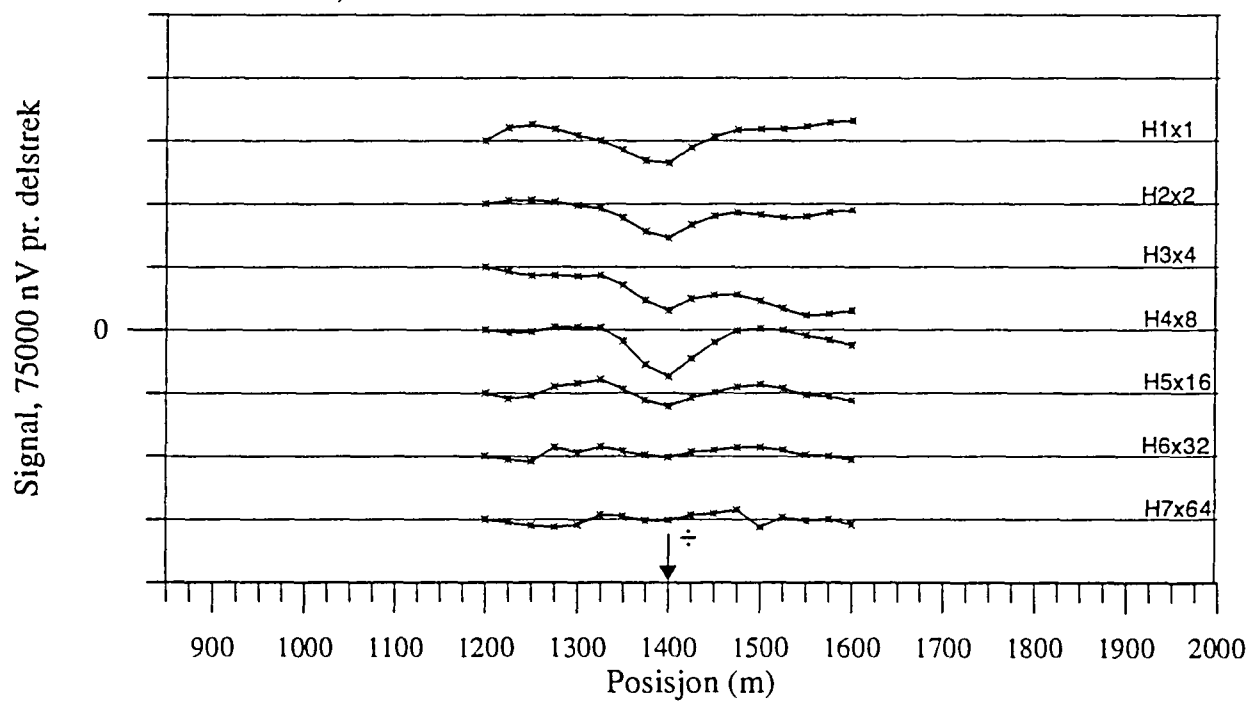


Figur 3.14 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 950Y, V1-V7

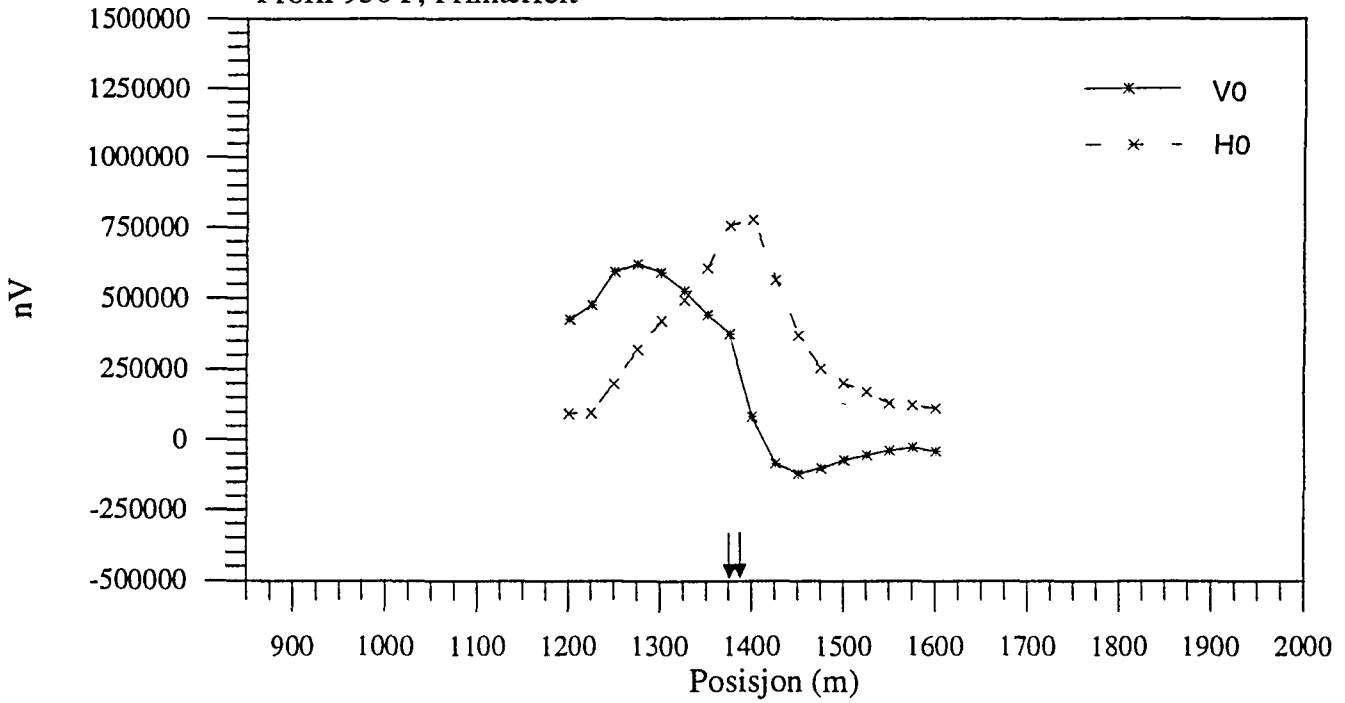


KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 950Y, H1-H7



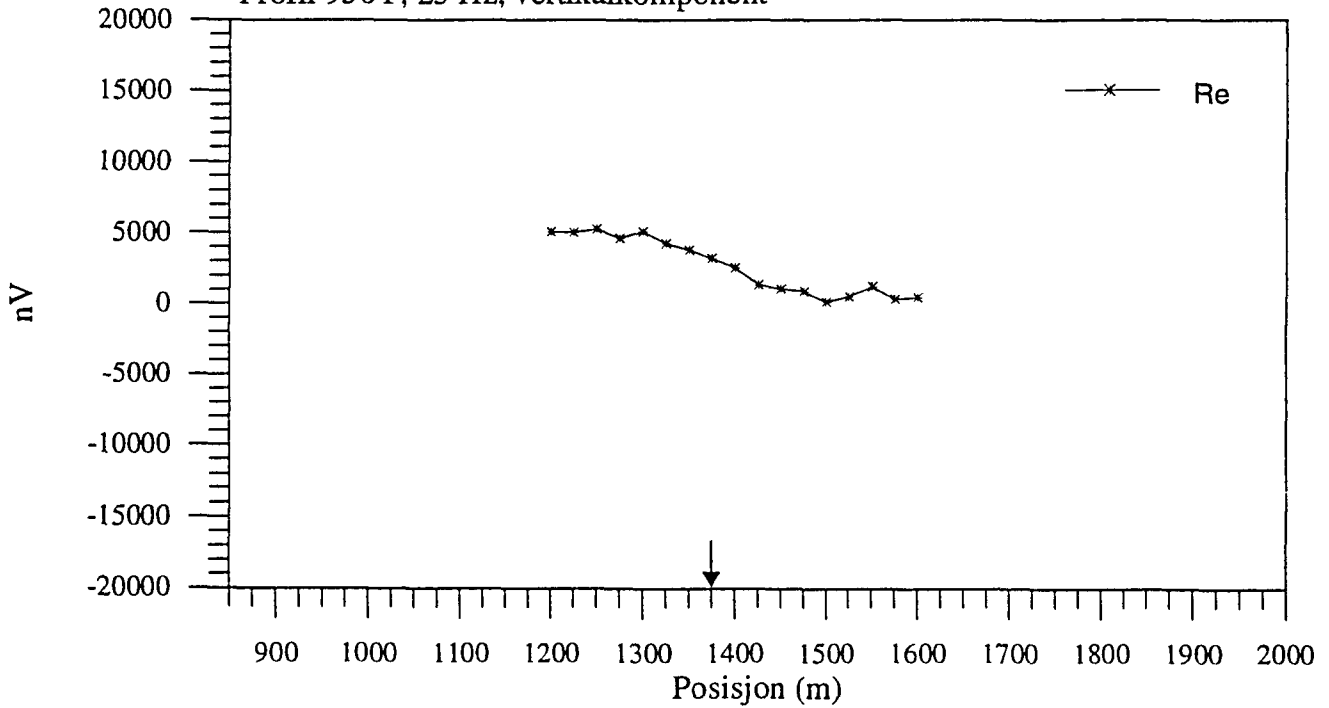
Figur 3.15 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 950Y

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 950Y, Primærfelt



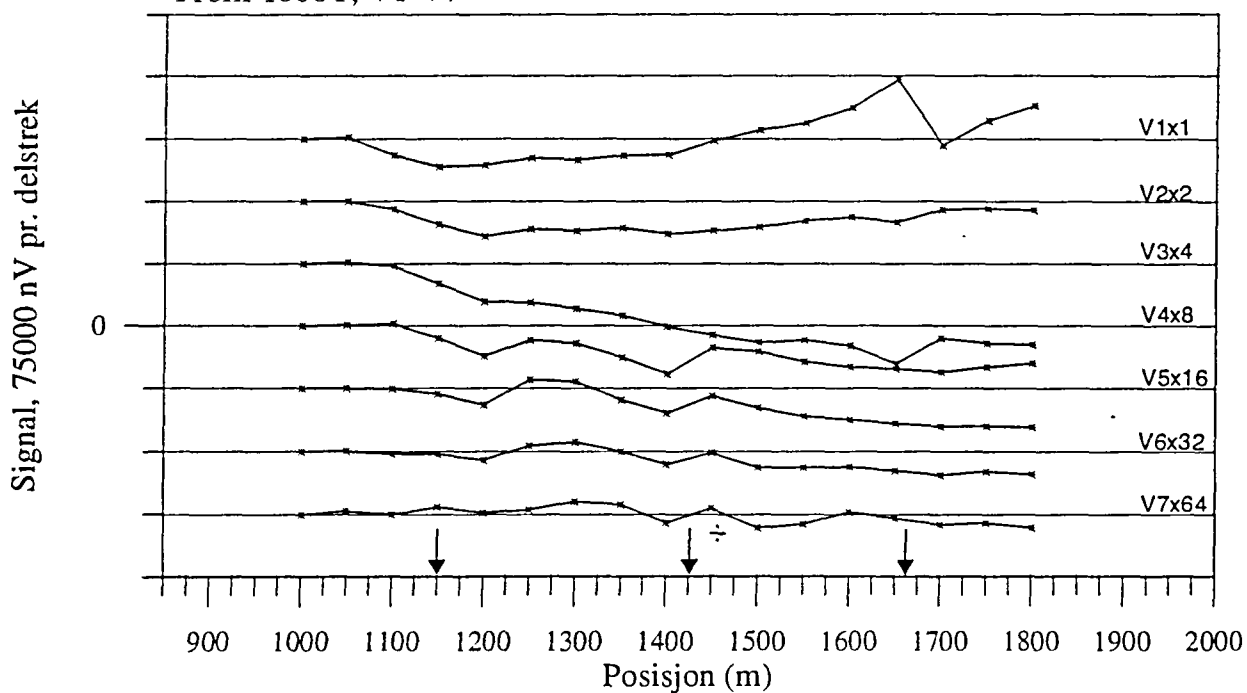
↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 950Y, 25 Hz, vertikalkomponent

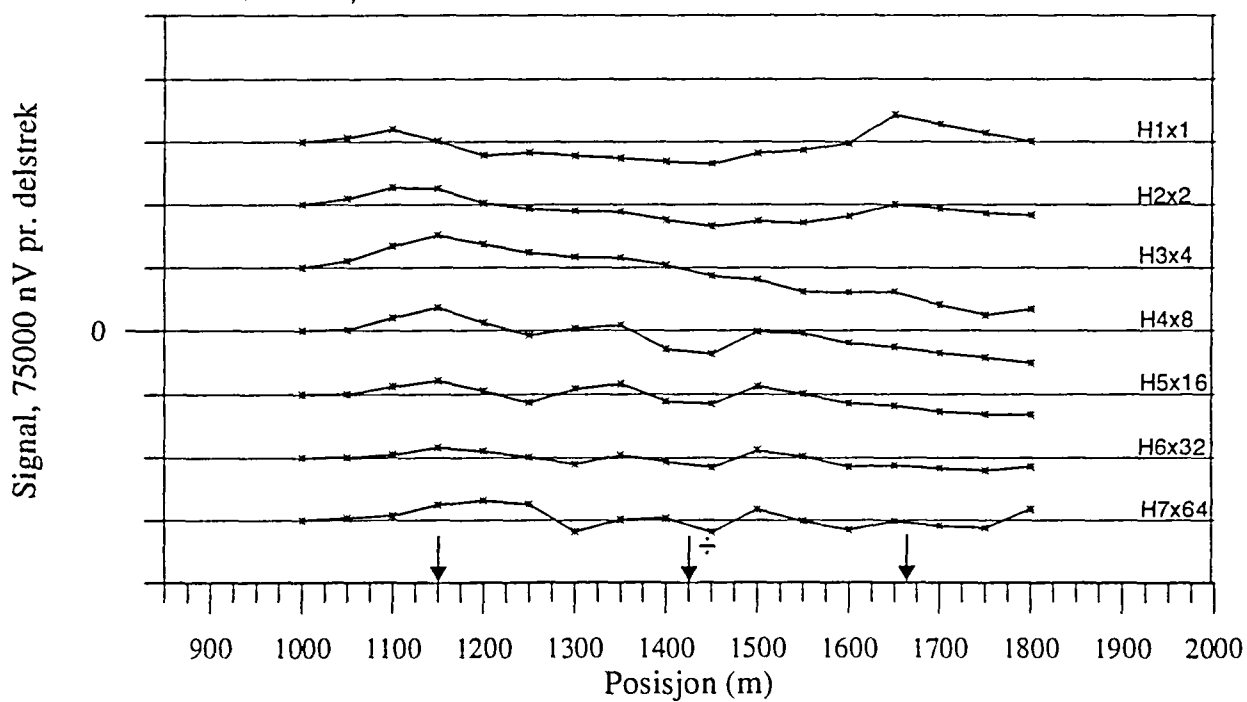


Figur 3.16 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, V1-V7



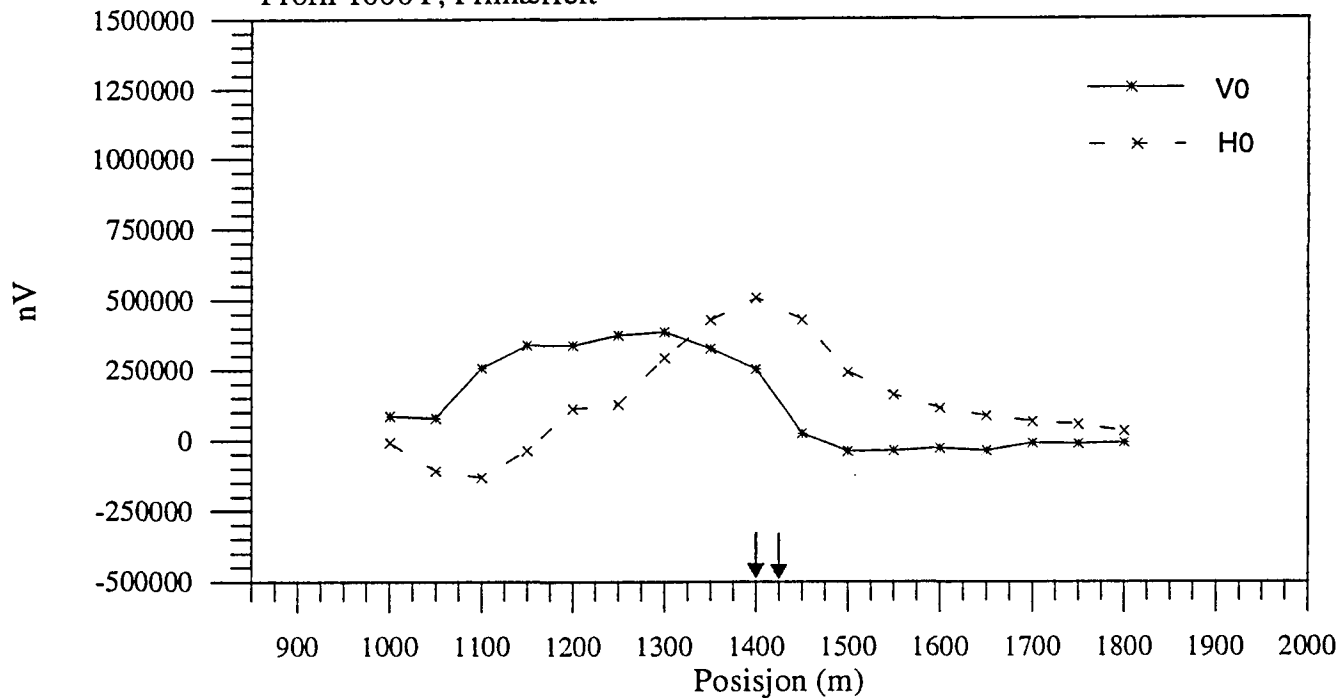
KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, H1-H7



Figur 3.17 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1000Y

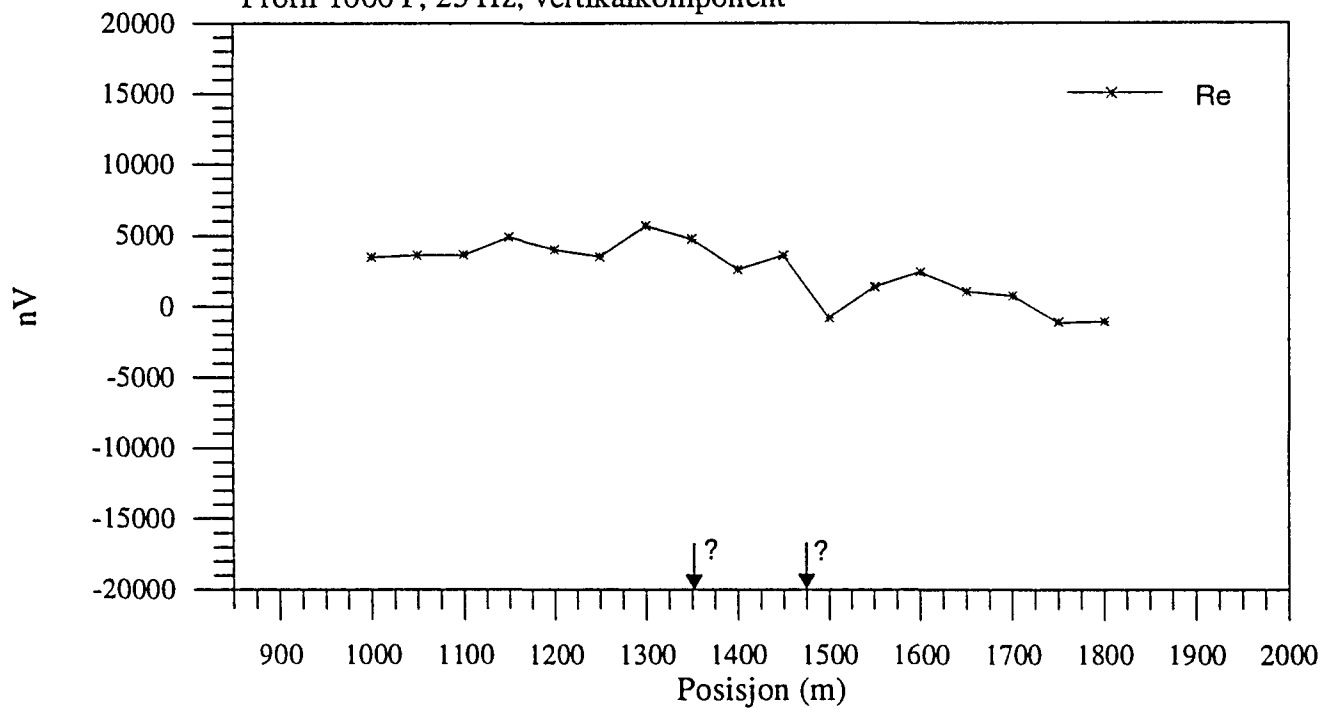


KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, Primærfelt



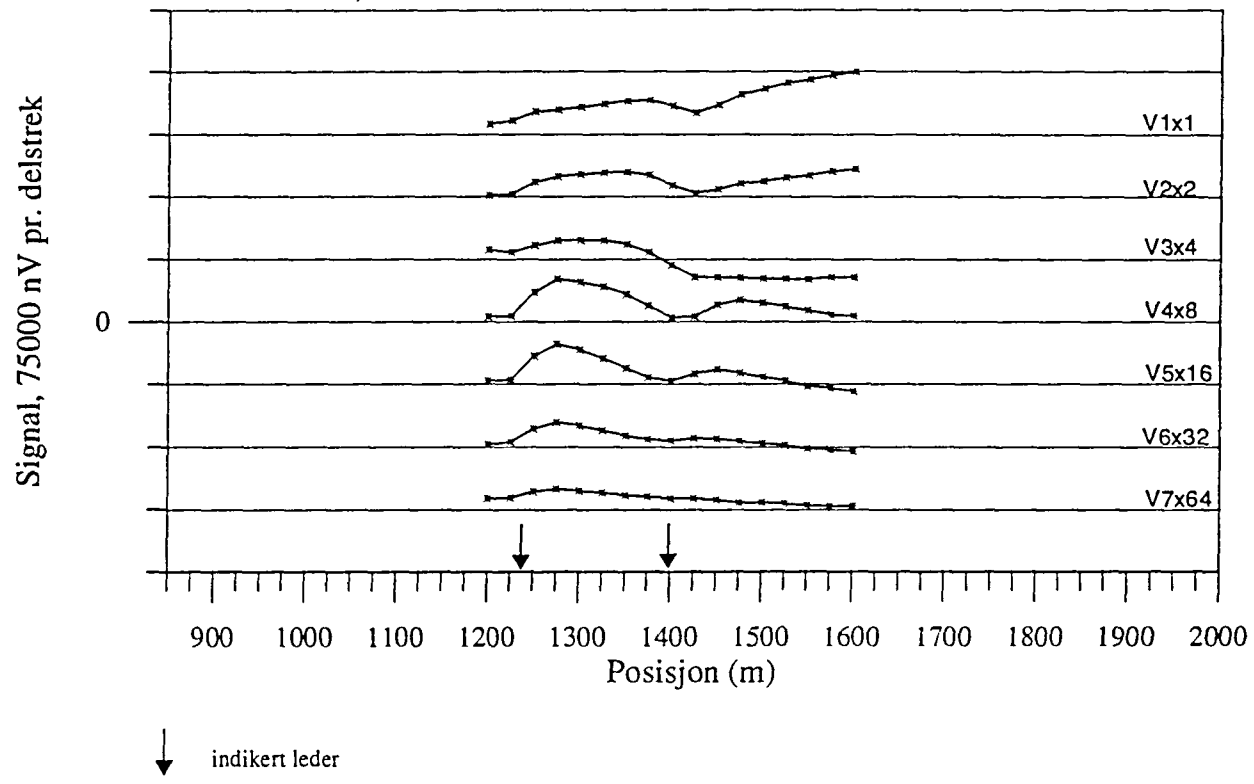
↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, 25 Hz, vertikalkomponent

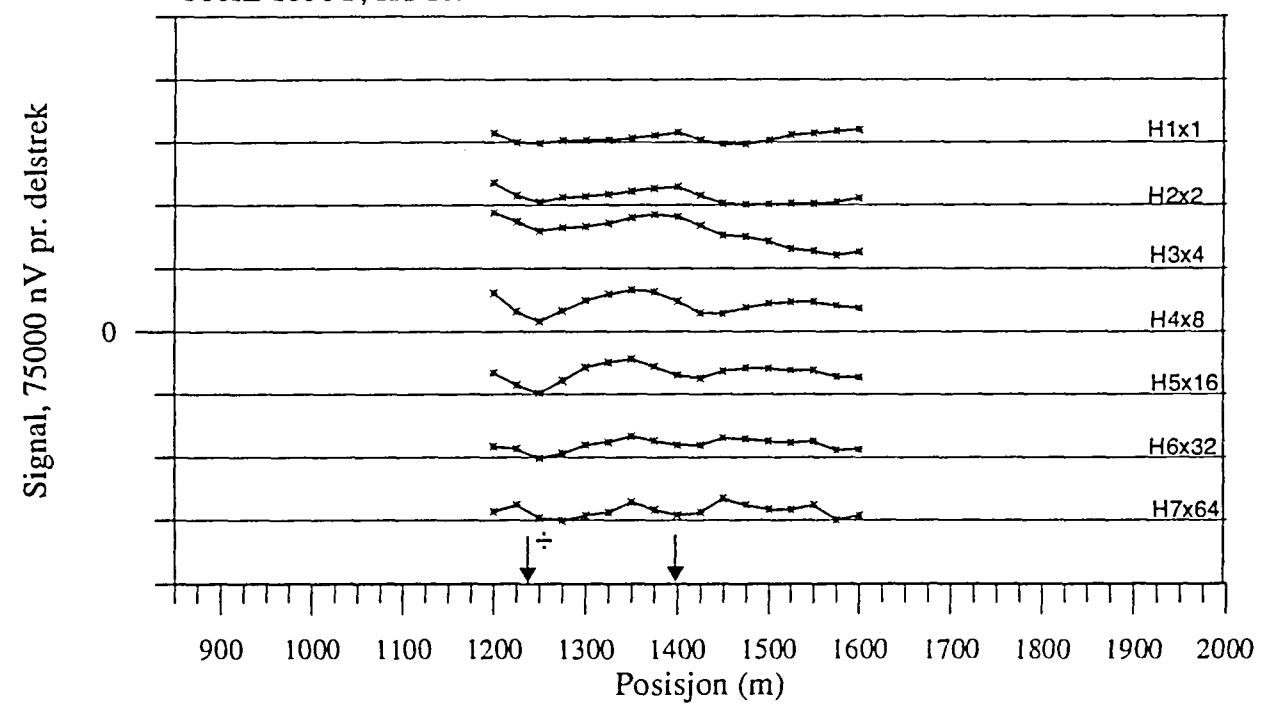


Figur 3.18 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponenten av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1050Y, V1-V7

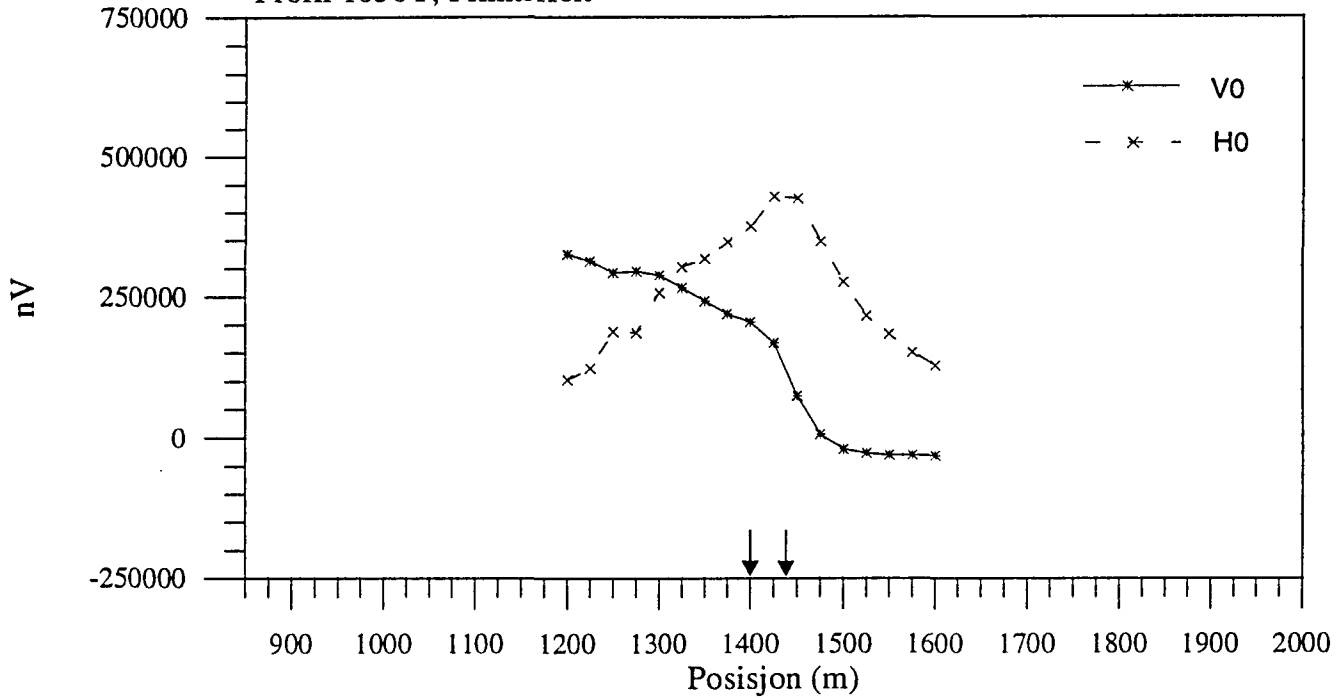


KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1050Y, H1-H7



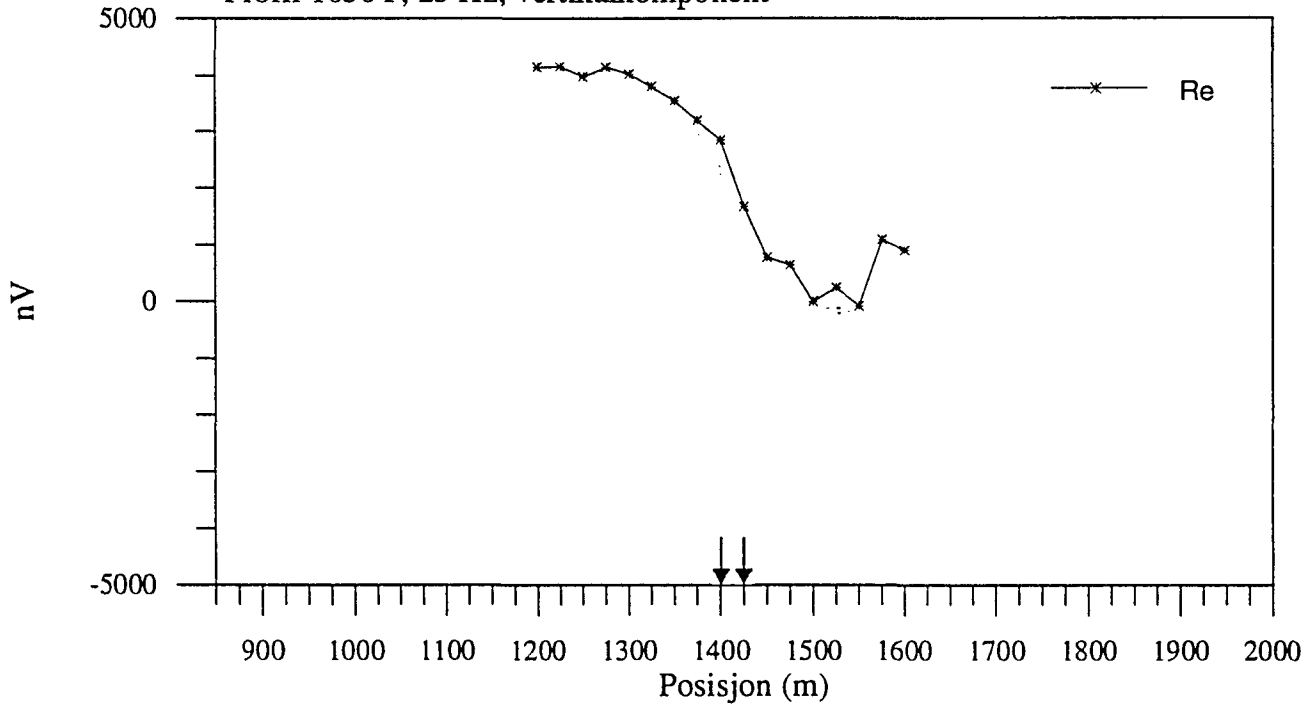
Figur 3.19 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1050Y

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1050Y, Primærfelt



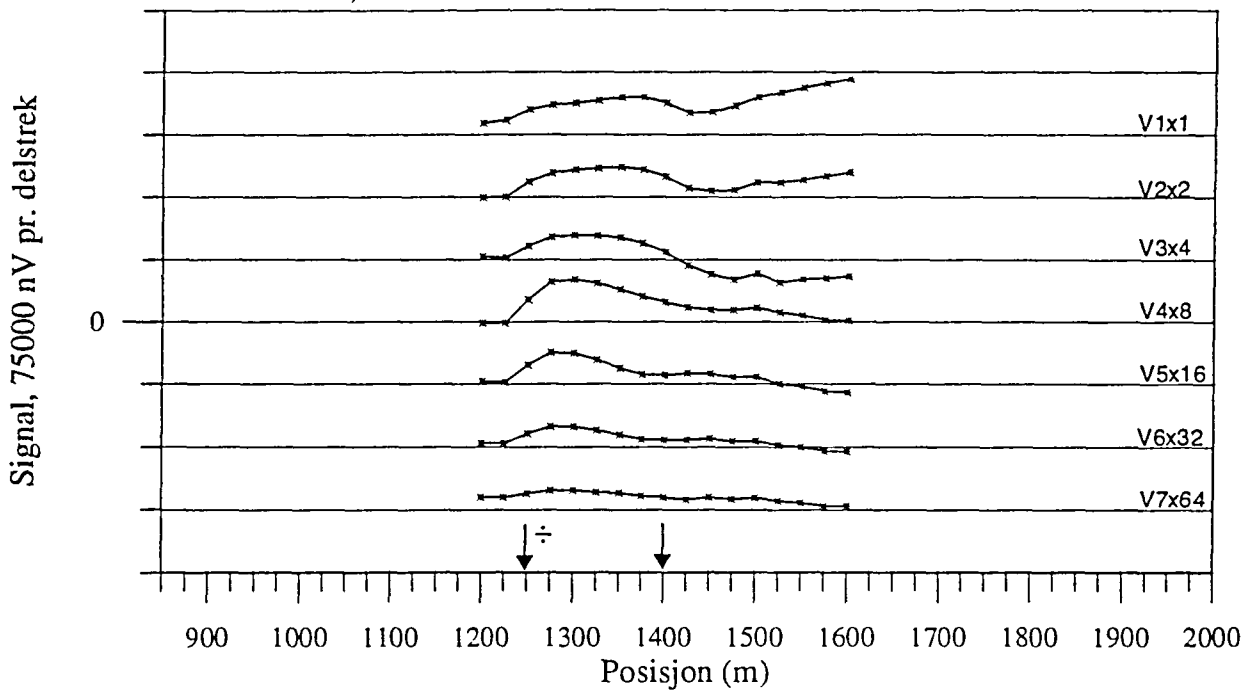
↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1050Y, 25 Hz, vertikalkomponent



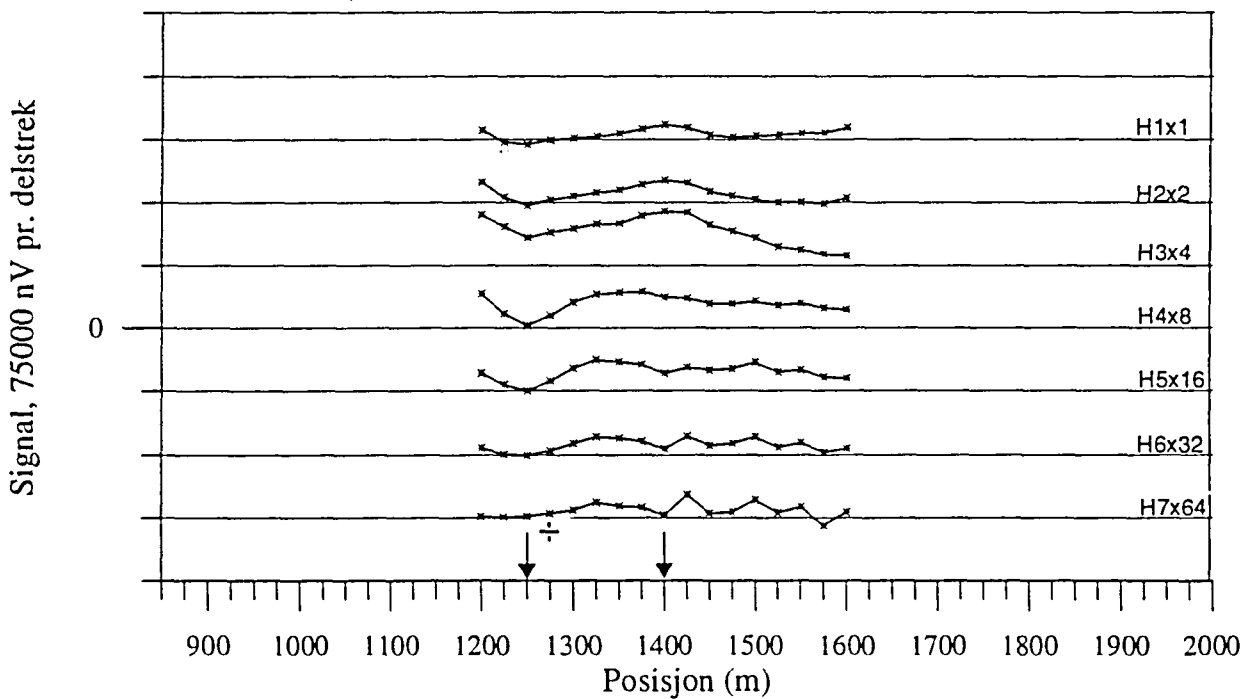
Figur 3.20 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1100Y, V1-V7

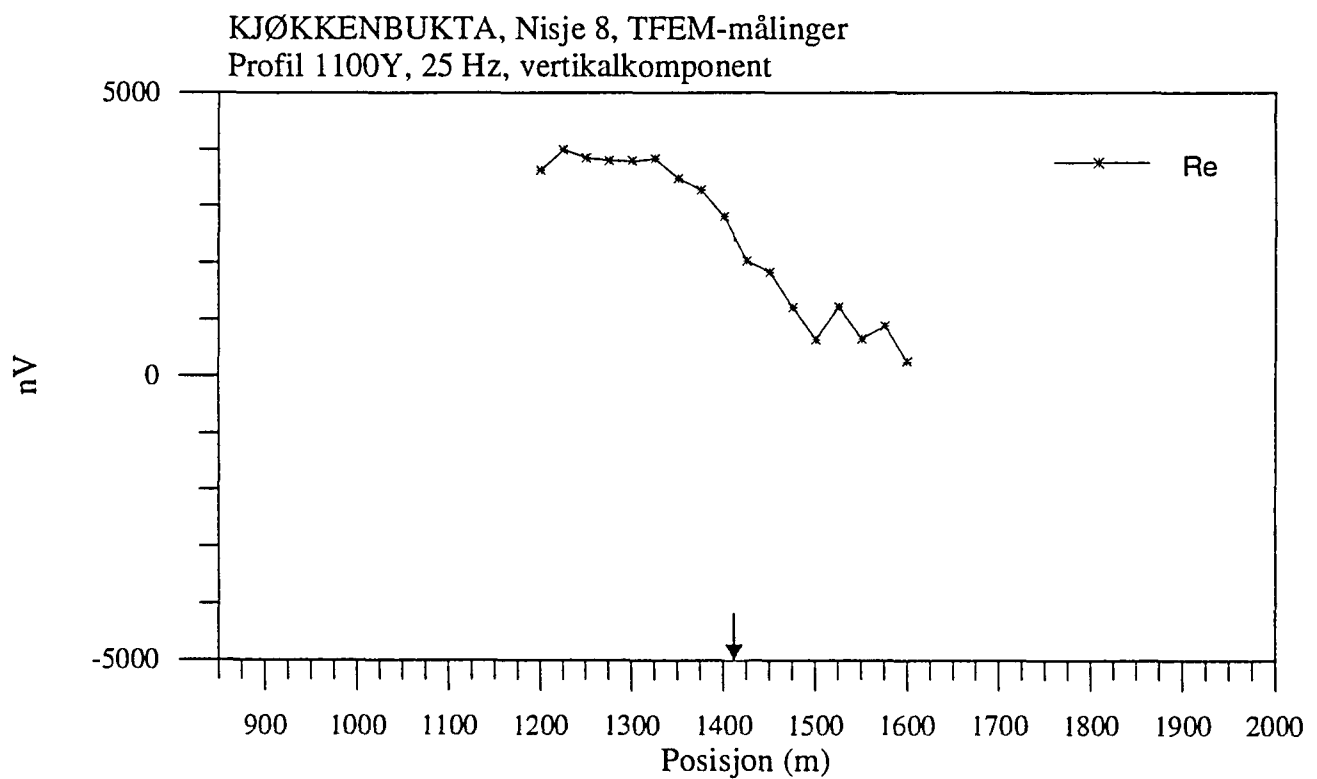
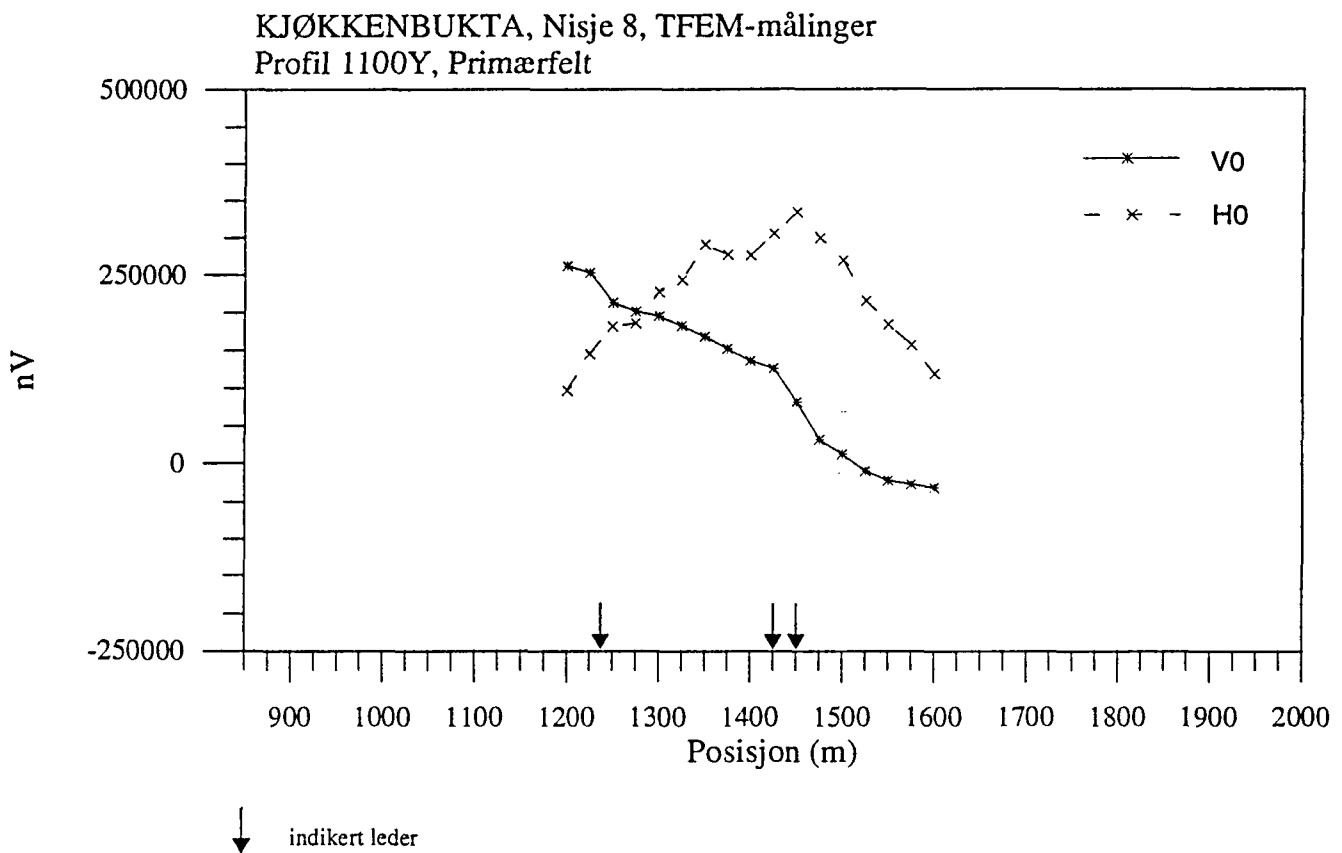


↓ indikert leder

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1100Y, H1-H7

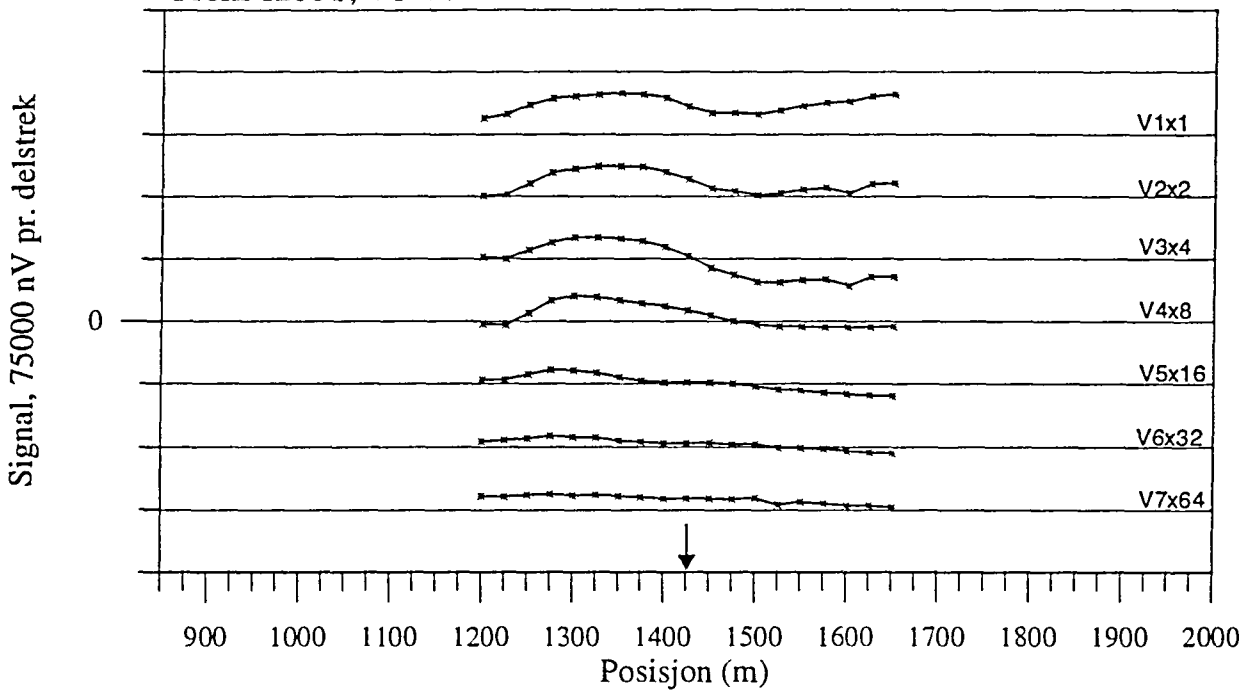


Figur 3.21 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1100Y



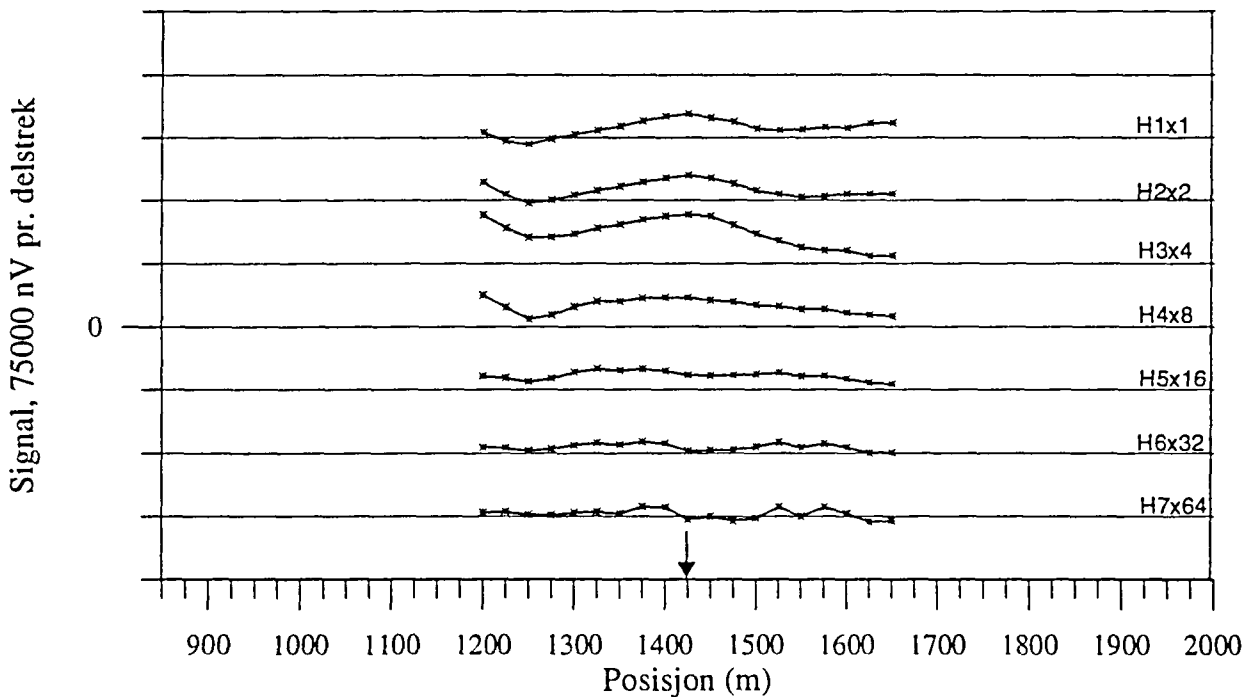
Figur 3.22 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponent av 25 Hz, frekvensdomenet

KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, V1-V7

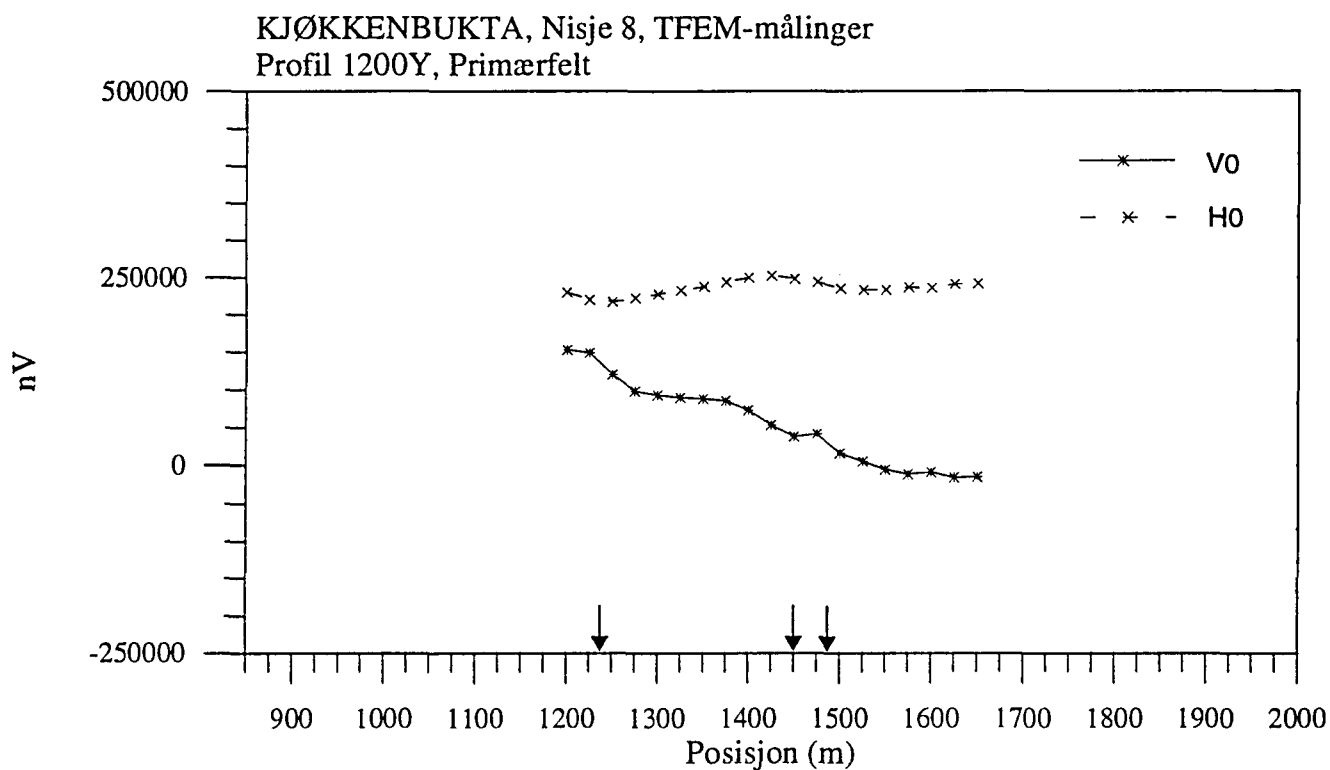


↓ indikert leder

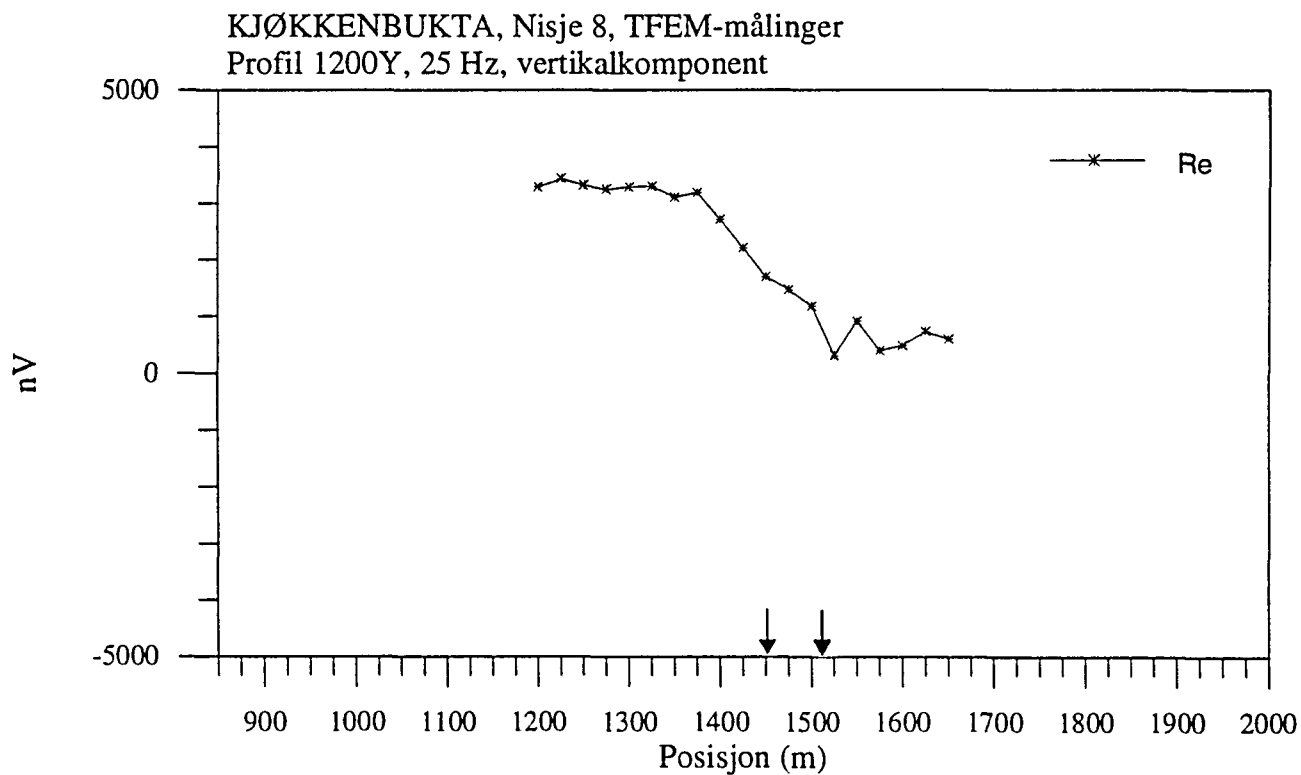
KJØKKENBUKTA, Nisje 8, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, H1-H7



Figur 3.23 Vertikal og horisontalkanaler i tidsdomenet, profil 1200Y



↓ indikert leder

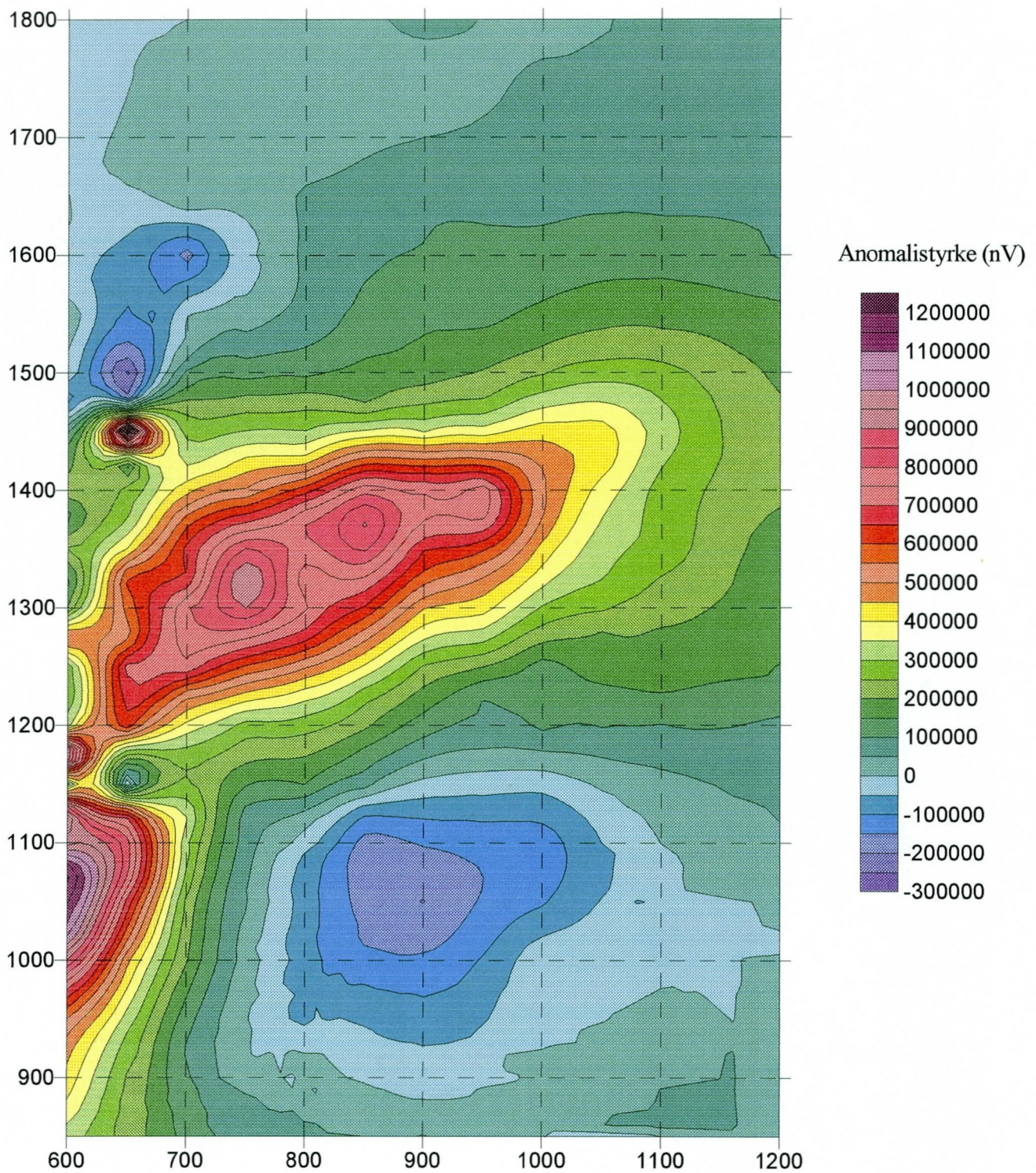


Figur 3.24 Primærfelt H0, V0 og vertikalkomponenten av 25 Hz, frekvensdomenet



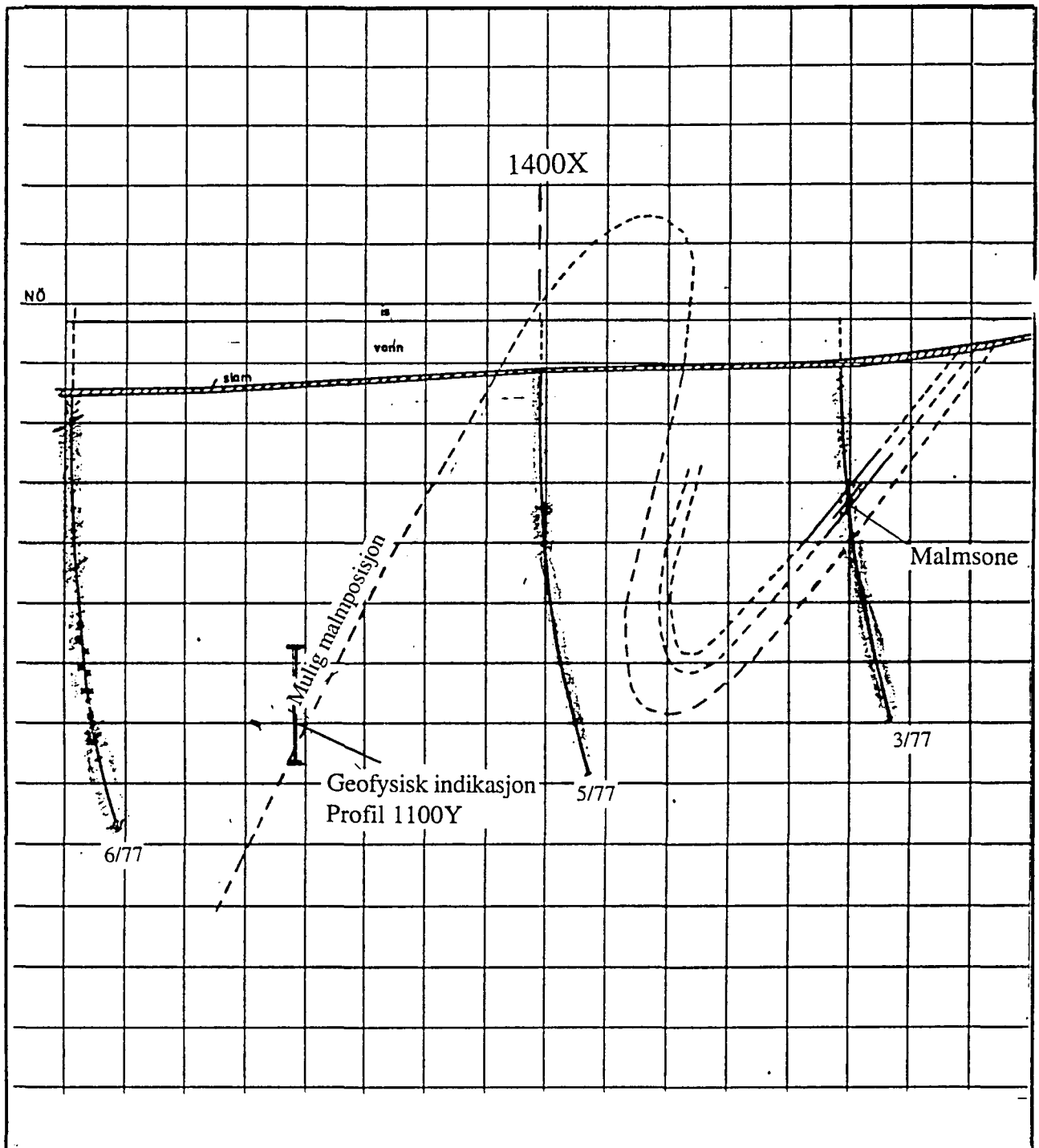
# KJØKKENBUKTA, jording i nisje 8

## Horisontalkomponent av primærfelt

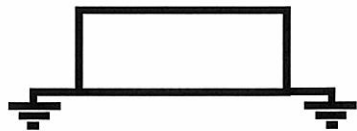
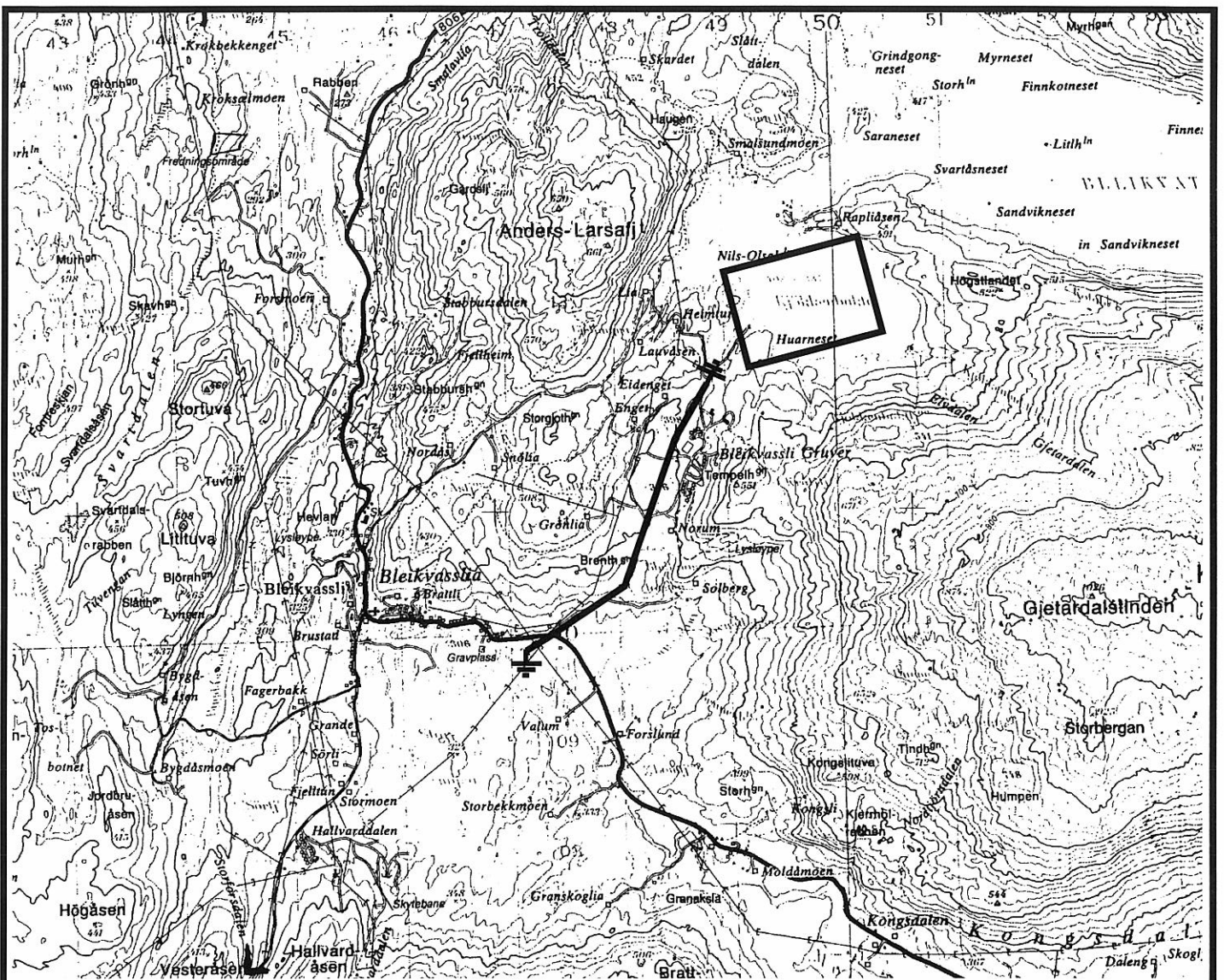


Figur 3.25





Figur 3.26 Geologisk snitt gjennom bh 3/77, 5/77 og 6/77 med angitt geofysisk dypindikasjon



MÅLEOMRÅDE MED ELEKTRODEPLASSERINGER

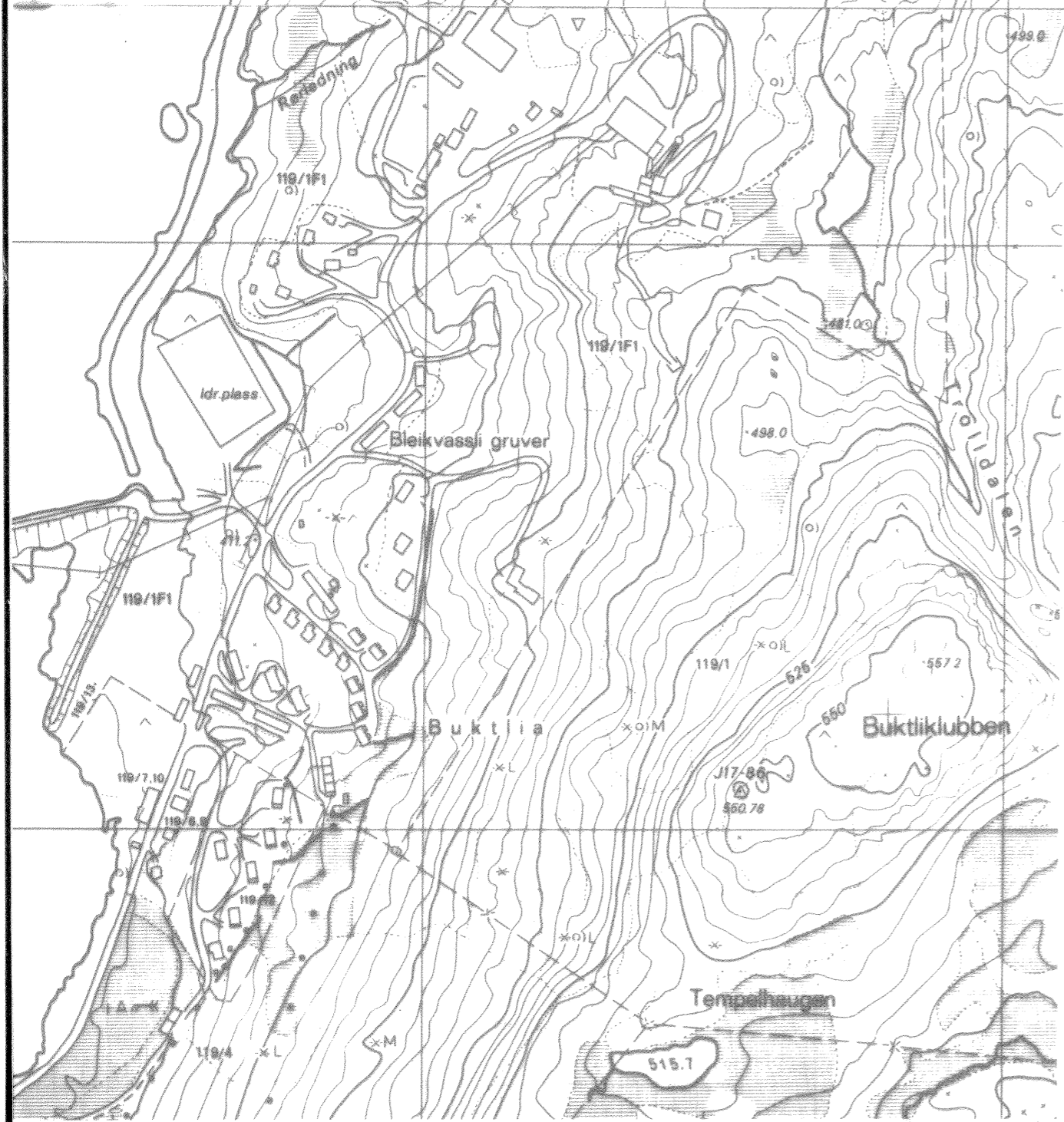
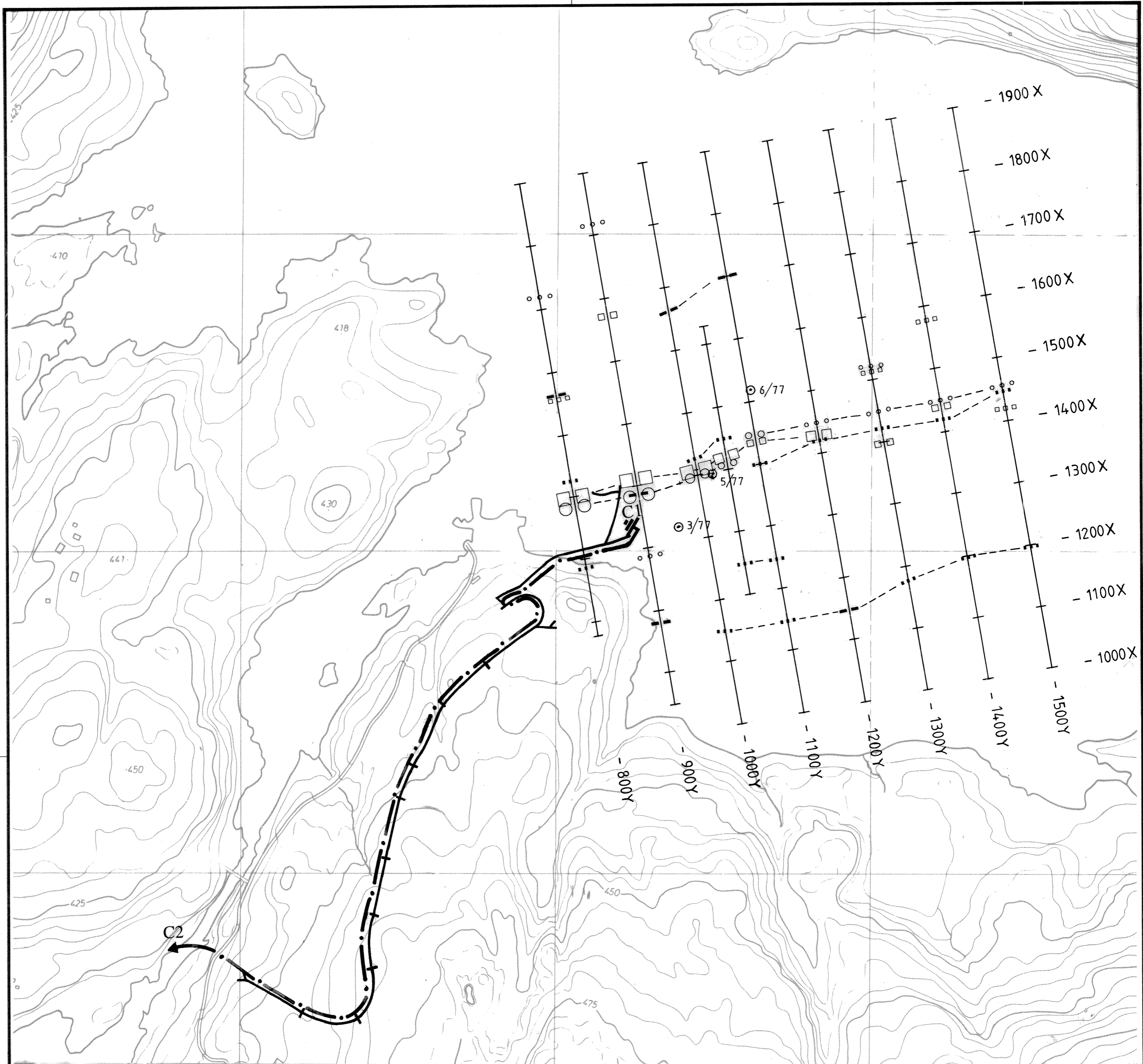
NGU V/NORDLANDSPROGRAMMET  
 OVERSIKTSKART  
**KJØKKENBUKTA**  
 HEMNES, NORDLAND

MÅLESTOKK  1 : 50 000	MÅLT H.E.	APRIL -96
	TEGN E.D.	MAI -96
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

TEGNING NR  
 96.076-01

KARTBLAD NR  
 1926 I



### TEGNFORKLARING

PRIMÆR-FELT	TIDS-DOMENE	25 Hz	
○ ○	---	□ □	MEGET STERK TFEM-ANOMALI
○ ○	---	□ □	STERK TFEM-ANOMALI
○ ○	---	□ □	SVAK TFEM-ANOMALI
○ ○ ○	...	□ □ □	MEGET SVAK TFEM-ANOMALI
		—+—	MÅLTE PROFILER
		—·—	KABELANLEGG
		—+—	TRANSPORTSTOLL
		⊥	ELEKTRODE
		⊙	BORHULL

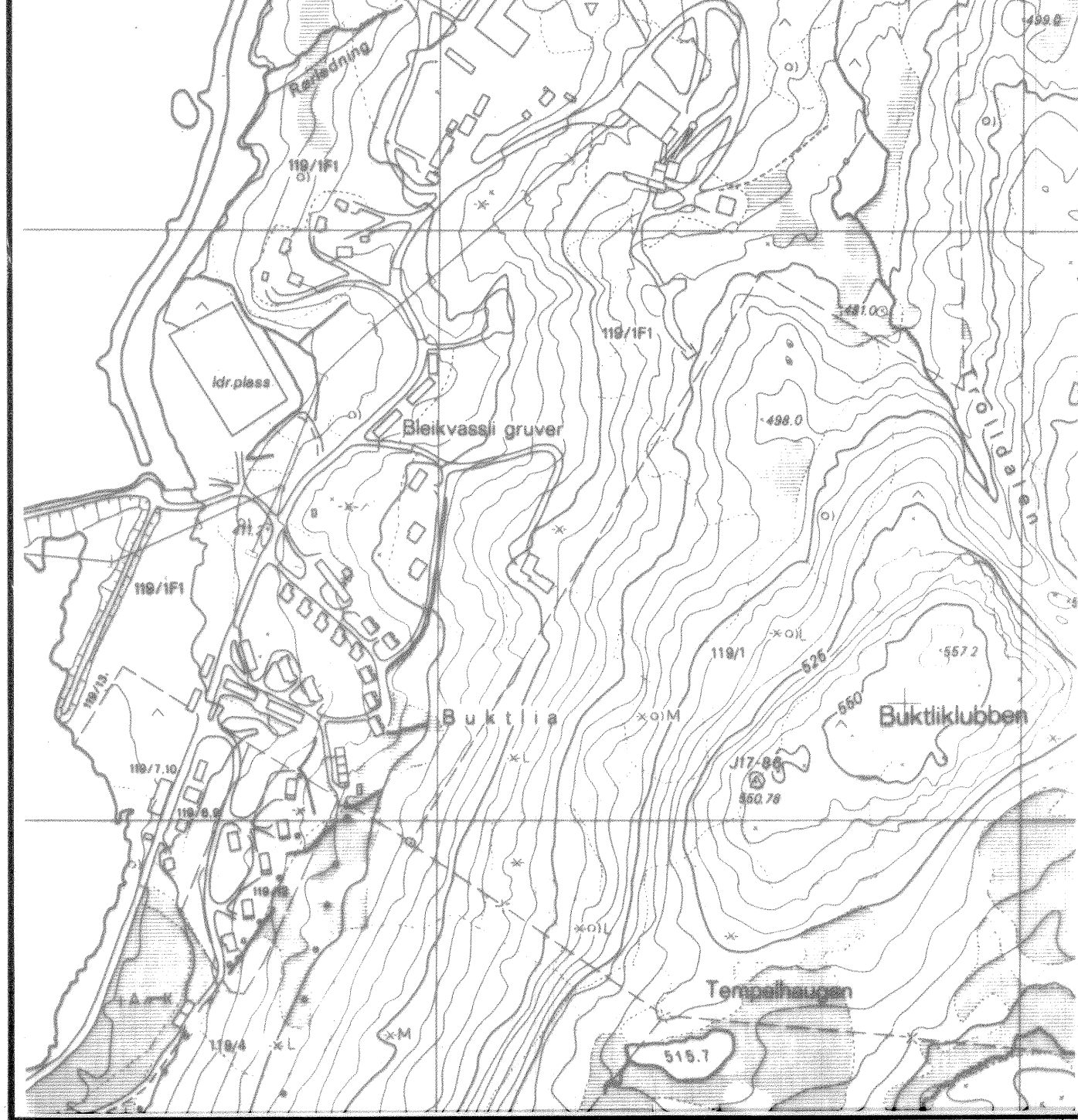
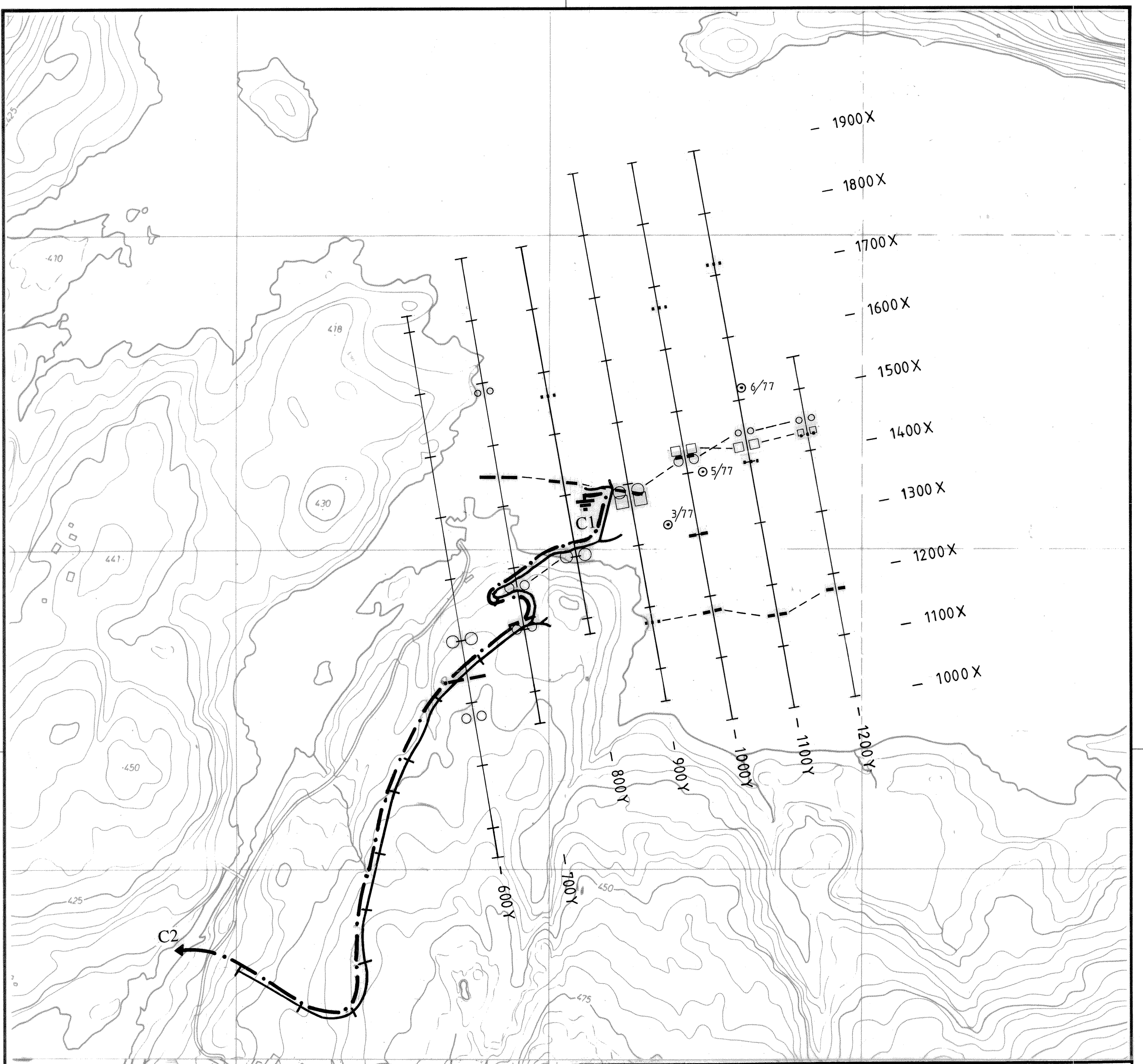
NGU V/NORDLANDSPROGRAMMET  
TFEM - TOLKNINGSKART LINSE B  
**KJØKKENBUKTA**  
HEMNES, NORDLAND

MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT H.E.	APRIL -96
	TEGN H.E.	MAI -96
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

TEGNING NR 96.076-02	KARTBLAD NR 1926 I
-------------------------	-----------------------





### TEGNFORKLARING

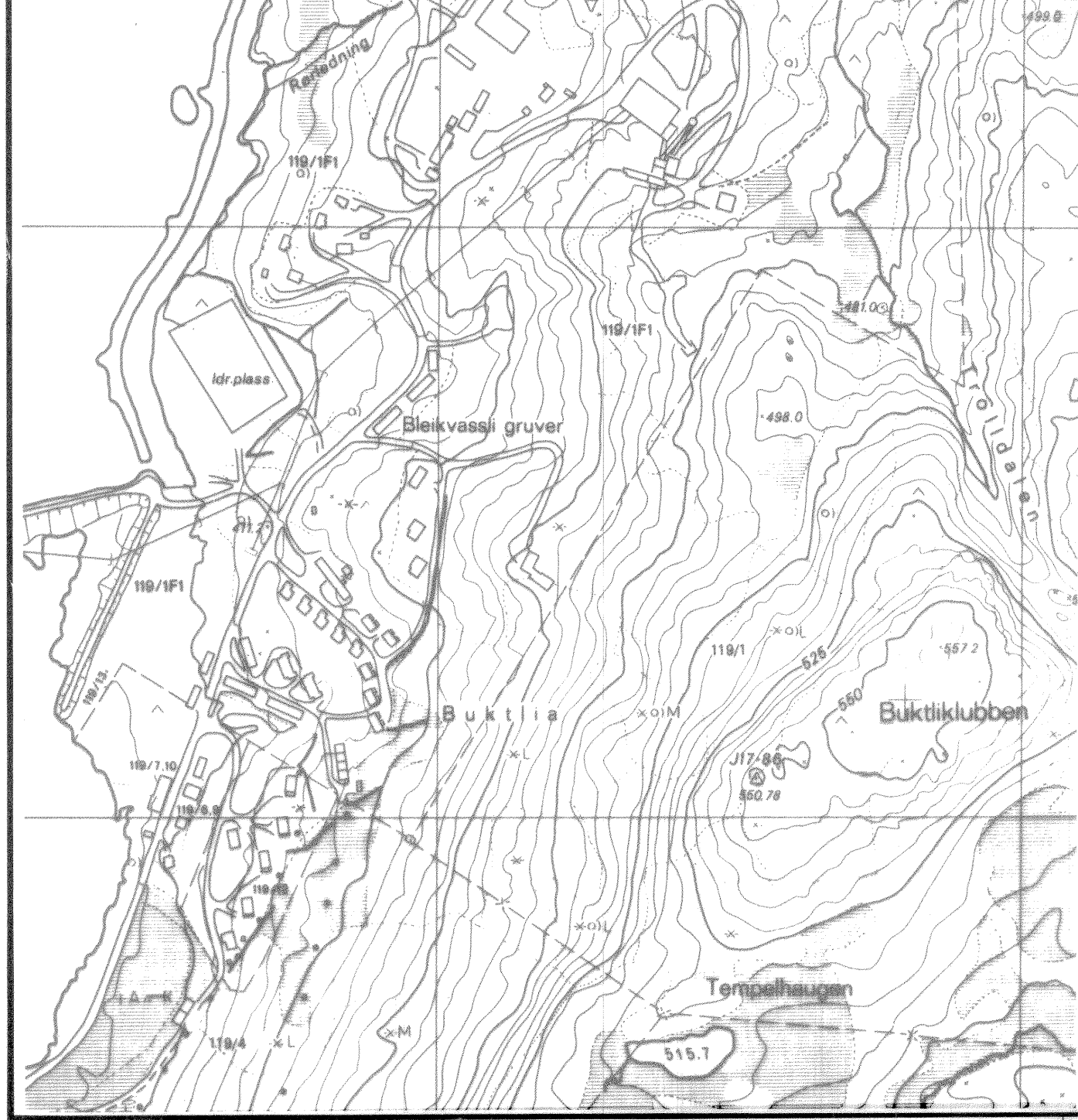
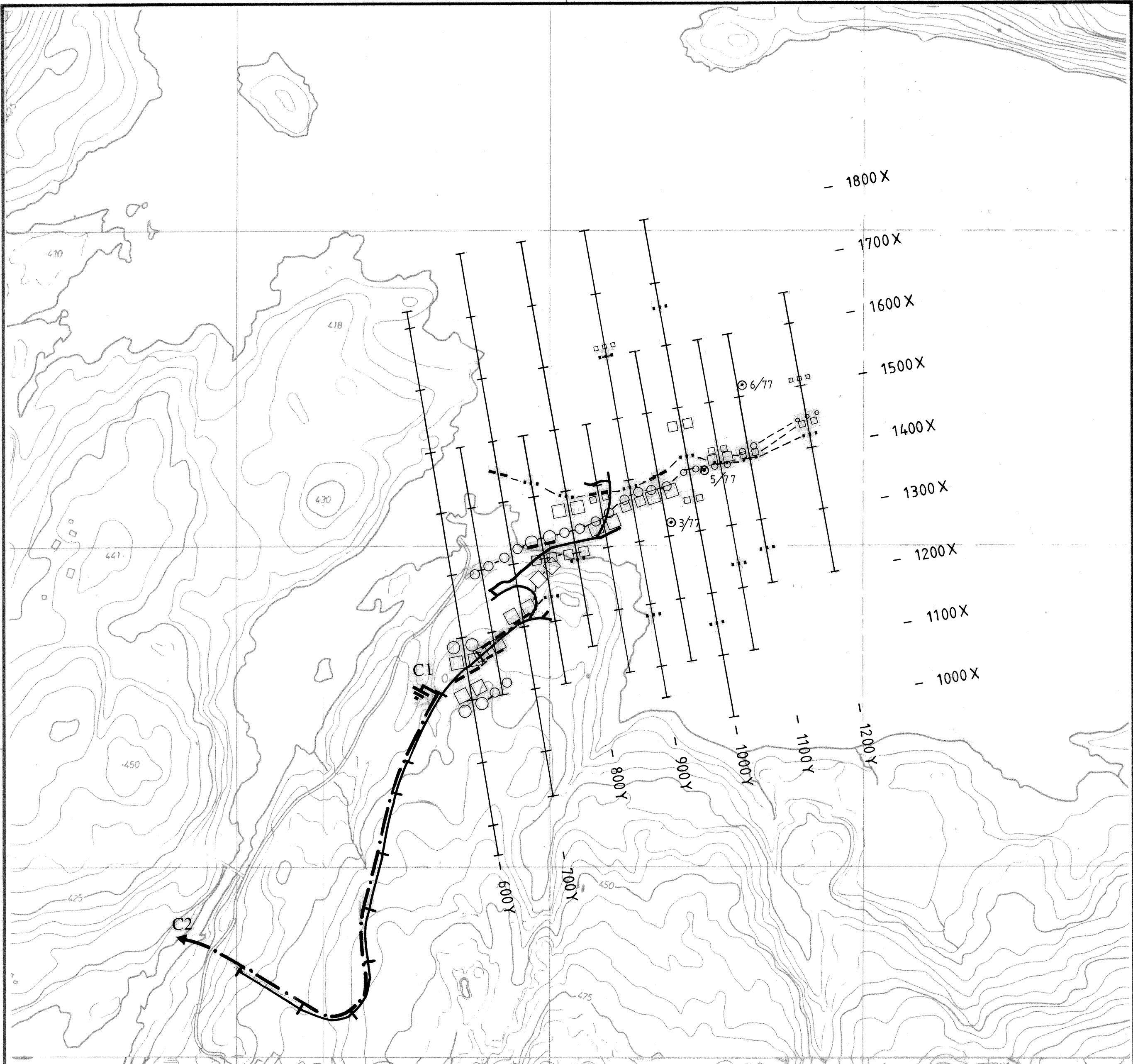
PRIMÆR-FELT	TIDS-DOMENE	25 Hz	
○ ○	— —	□ □	MEGET STERK TFEM-ANOMALI
○ ○	— —	□ □	STERK TFEM-ANOMALI
○ ○	— —	□ □	SVAK TFEM-ANOMALI
○ ○ ○	... ..	□ □ □	MEGET SVAK TFEM-ANOMALI
		— + —	MÅLTE PROFILER
		— · —	KABELANLEGG
		— + —	TRANSPORTSTOLL
		⊥	ELEKTRODE
		⊙	BORHULL

NGU V/NORDLANDSPROGRAMMET  
 TFEM - TOLKNINGSKART LINSE A  
**KJØKKENBUKTA**  
 HEMNES, NORDLAND

MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT H.E.	APRIL -96
	TEGN H.E.	MAI -96
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

TEGNING NR 96.076-03	KARTBLAD NR 1926 I
-------------------------	-----------------------



### TEGNFORKLARING

PRIMÆR-FELT	TIDS-DOMENE	25 Hz	
○ ○	— —	□ □	MEGET STERK TFEM-ANOMALI
○ ○	— —	□ □	STERK TFEM-ANOMALI
○ ○	— —	□ □	SVAK TFEM-ANOMALI
○ ○ ○	... ..	□ □ □	MEGET SVAK TFEM-ANOMALI
		— + —	MÅLTE PROFILER
		— · —	KABELANLEGG
		— + —	TRANSPORTSTOLL
		⊥	ELEKTRODE
		⊙	BORHULL

NGU V/NORDLANDSPROGRAMMET  
 TFEM - TOLKNINGSKART NISJE 8  
**KJØKKENBUKTA**  
 HEMNES, NORDLAND

MÅLESTOKK  
 1 : 5 000

MÅLT H.E.	APRIL -96
TEGN H.E.	MAI -96
TRAC	
KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

TEGNING NR  
 96.076-04

KARTBLAD NR  
 1926 I